વિજ્ઞાન વિનોદ

પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ

વિજ્ઞાન વિનોદ

પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ
એમ. એ., બી. એસ. સી.
ઇંડીઅન ઑડીટ એન્ડ એકાઉન્ટ સર્વીસ.

પ્રકાશકઃ
ગુજરાતી સાહિત્ય પરિષદ્‌ની ભંડોળ કમિટી તરફથી
બલવંતરાય કલ્યાણરાય ઠાકોર

૧૯૨૬.

કીં. રૂ. ૧-૮-૦

પાના ૧ થી ૯૬—સુરત ગાંડીવ પ્રેસમાં નટવરલાલ મૂળચંદ
વીમાવાળાએ છાપ્યા છે અને બાકીનો ભાગ
ગુજરાતી પ્રિન્ટીંગ પ્રેસમાં નટવરલાલ ઈચ્છારામ દેશાઈએ
છાપ્યો છે, સાસુન બીલ્ડીંસ, બજારગેટ સ્ટ્રીટ,
એલ્ફીન્સ્ટન સર્કલ, કોટ, મુંબઈ નં. ૧.
અને
બળવંતરાય કલ્યાણરાય ઠાકોર, નારાયણ પેઠ, પુના.
એમણે પ્રસિદ્ધ કર્યું છે.

पित्रे

નિવેદન

ગુજરાતી ભાષામાં વિજ્ઞાનનું સાહિત્ય ઘણું જ થોડું છે. તેમાં આ નાનું પુસ્તક ઉમેરતાં જરાયે ક્ષોભ થવો જોઇએ નહીં અને તેને માટે લાંબા નિવેદનની પણ જરૂર હોવી જોઇએ નહીં. પરંતુ આ પુસ્તક કેવી રીતે લખાયું તે વિષે બે બોલ આવશ્યક લાગે છે.

એક રીતે આ પુસ્તક મ્હારા વૈજ્ઞાનિક લેખોનો ત્રુટક સંગ્રહ ગણી શકાય. છેલ્લાં અગીઆર બાર વર્ષમાં મ્હારા વ્યવસાયી જીવનની ત્રુટક પળોમાં લખાયેલા લેખોમાંથી લોકપ્રિય વિષયો છૂટા પાડીને તેનો આમાં સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. આ લેખો જૂદે જૂદે સમયે લખાયા હતા અને જૂદા જૂદા માસિકોમાં પ્રસિદ્ધ થયા હતા. દરેક નિબંધ લગભગ સ્વતંત્ર છે અને છૂટક રીતે વાંચી શકાય તેમ છે. પરંતુ વિષયોની પસંદગી અમુક દૃષ્ટિએ કરવામાં આવી છે તે જણાવવું જરૂરનું છે. વિષયો આકર્ષક અને ઉપયોગી હોય તેવા, અને સ્હેલાઇથી સમજી શકાય તેવા જ રાખવામાં આવ્યા છે. તે ઉપરાંત દરેક નિબંધમાંથી વાચક વિજ્ઞાનની જૂદી જૂદી શાખાના સૈદ્ધાન્તિક (theoretical) રહસ્યનું જ્ઞાન મેળવી શકે એ ઉદ્દેશ ધ્યાનમાં રાખવામાં આવ્યો છે.

આ ઉદ્દેશ ઉપર ભાર મૂકવાનું એક ખાસ કારણ છે. સન ૧૯૧૧ માં ગુજરાત સાહિત્ય પરિષદ્ ભંડોળ કમિટિના ઉત્સાહી અને વિદ્વાન્ મંત્રીને "વિજ્ઞાનની ભૂમિકા" નામનું પુસ્તક લખી આપવાનું મેં વચન આપેલું તેમાં વિજ્ઞાનના મૌલિક (fundamental) વિચારો અને સિદ્ધાન્તો (theories) ની સાદી ભાષામાં સમજૂતી આપવાનો અને તે ઉપરાંત તે દરેક વિષયની સમજૂતી માટે

લોકપ્રિય વિષયોનું નિરૂપણ કરવાનો પ્રબંધ કરેલો, પરંતુ આખું પુસ્તક ઘણું મોટું થઈ જવાથી તેના બે ભાગ કરવા પડ્યા છે. વિજ્ઞાનના સિદ્ધાન્તો અને વિજ્ઞાનની પદ્ધતિની સમજૂતી માટે પસંદ કરેલા વિષયોનું નિરૂપણ જૂદું પાડીને આ સંગ્રહ "વિજ્ઞાન વિનોદ" નામથી બહાર પાડ્યો છે. સૈદ્ધાન્તિક (theoretical) અને ઐતિહાસિક દૃષ્ટિએ વિજ્ઞાનની ચર્ચા કરનારૂં બીજું પુસ્તક "વિજ્ઞાન વિચાર" એ નામથી જૂદું પ્રસિદ્ધ થશે. બંને પુસ્તક લગભગ સ્વતંત્ર છે, પરંતુ તેમનો આંતરિક સંબંધ સ્પષ્ટ કરવો આવશ્યક છે. વિજ્ઞાનની જૂદી જૂદી શાખાઓની પદ્ધતિ અને પ્રણાલિકાના દિગ્દર્શન કરાવનારા વિષયો સાદી અને રસમય રીતે આ પુસ્તકમાં ચર્ચવામાં આવ્યા છે; ખગોલવિદ્યા, ભૂવિદ્યા (Geology), ભૌતિકભૂગોળ વિદ્યા (Physiography), શરીરવ્યાપાર શાસ્ત્ર (Physiology), પ્રાચીન અને અર્વાચીન રસાયન વિદ્યા, ભૌતિક વિદ્યા (Physics), પ્રકાશવિદ્યા (Light), ઉષ્મા વિદ્યા (Heat), પ્રયોગાત્મક માનસશાસ્ત્ર (Psychology) વગેરે વિજ્ઞાનની શાખાઓમાં ચંચુપાત કરવામાં આવ્યો છે. આ વિષયો વાંચ્યા પછી "વિજ્ઞાન વિચાર" નું વધારે કઠિન પુસ્તક હાથમાં લેનારને સુગમતા પડશે, અને બંને પુસ્તકનો સંબંધ સમજાશે.

એચ. જી. વેલ્સની એક વાર્તા અને ડૉ. પ્રફુલ્લચંદ્રરાયના બે ભાષણોના અનુવાદ શિવાય બધા લેખો સ્વતંત્ર અભ્યાસનું ફળ છે. દરેક લેખ સંબંધી અનુક્રમણિકામાં સ્હેજ ઉલ્લેખ કર્યો છે તેથી વધારે વર્ણન આપવાની જરૂર નથી. વિજ્ઞાનનાં તથ્યો (facts) અને પદ્ધતિ સમજાવવા માટે જેમ બને તેમ સરળ શબ્દો અને સાદી ભાષા વાપરવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે. પુસ્તક શાળાના વિદ્યાર્થીઓના કરતાં સાધારણ સુશિક્ષિત વાચકને વધારે ઉપયોગી થઈ પડશે. શિક્ષકો અને સાધારણ જનસમાજ વિજ્ઞાનમાં વધારે રસ લે, અને વિજ્ઞાનની વાસ્તવિક કદર કરે, અને તેમના જીવનમાં વિજ્ઞાનનો ઉપયોગ કરી શકે એ મુખ્ય ઉદ્દેશ

રાખવામાં આવ્યો છે. Gujaratis are a people who must be made and not simply left, to read એ ગુજરાતી વાચકને માટે સ્વ. ગોવર્ધનરામભાઇનો અભિપ્રાય હજુ પણ સત્ય છે. ગુજરાતી વાચકને વાંચવાની અને જ્ઞાન વધારવાની સામગ્રી આપ્યા પછી પણ તેને વાંચવાનો કે સમજવાનો શ્રમ પડવો ન જોઇએ, એ સુત્ર ધ્યાનમાં રાખીને ભાષા સાદી રાખવામાં આવી છે, અને એક બે ઠેકાણે સંવાદની યુક્તિ પણ યોજવામાં આવી છે. પરંતુ બે કરતાં વધારે સંવાદો હું લખી શકયો નથી, તેનો મને પોતાને પણ અસંતોષ છે.

વિજ્ઞાનના પુસ્તકોમાં પરિભાષાનો વિષય જેટલો કઠિન અને વિવાદગ્રસ્ત છે તેટલો જ અગત્યનો છે. તે વિષે લંબાણુથી વિવેચન કરવા કરતાં આ સાથે મ્હારા અનુભવના તારણરૂપ એક શબ્દસંગ્રહ રજુ કરવાનું પસંદ કરૂં છું. કાળની નિષ્ઠુર પરીક્ષામાંથી પસાર થઇને જીવી શકનાર શબ્દો જ અમર રહેશે એ નિર્વિવાદ છે.

આ પુસ્તકના મુદ્રણ, પ્રસિદ્ધિ વગેરે માટે ગોઠવણ કરવાનો અથાગ શ્રમ લેનાર ભંડોળ કમિટિના ઉત્સાહી નિયામકને અનેક ધન્યવાદ ઘટે છે. પ્રેસની મુશ્કેલીઓ સાધારણ રીતે મોટી હોય છે, પરંતુ મારે કલકત્તા અને મદ્રાસ રહેવાનું થવાથી તે ઘણી વધી પડી હતી. ઘણી ઢીલ થવા છતાં પણ ધૈર્ય અને ખંતથી બધી મુશ્કેલીઓ પાર ઉતારીને આ પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરવાનું સઘળું માન મારા મિત્ર પ્રો. ઠાકોરને જ છે.

૨૫–૧૧–૨૬
મદ્રાસ

પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ

તા. ક.—આ ચોપડીમાં છાપાખાનાની દરેક ચીવટ છતાં મુદ્રણદોષ ઘણા રહી ગયા છે, તે માટે દિલગીર છિયે.

પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહ.
બલવંતરાય કલ્યાણરાય ઠાકોર.

અનુક્રમણિકા

વિજ્ઞાન વિનોદ.

સગડી અને હવા.

શિઆળાની રાત હતી; ટાઢ સખત પડતી હતી. મારાં મામી રસોઇ કરી રહ્યાં હતાં. વાળુ માટે તૈયારી થતી હતી, તેટલામાં મામીએ મને બોલાવી; "લીલુબેન! અહીં આવ. તાપવાની સગડી અને અંગારા ઠારવાનો ઘડો અહીં મૂક."

મેં તે પ્રમાણે મૂકયાં. મામીએ રાંધવાની લોઢાની જાળીવાળી સગડીમાંથી થોડા સળગતા અંગારા, તાપવાની માટીની સગડીમાં નાંખ્યા અને બાકીનાને ઘડામાં નાંખીને ઉપરથી ઢાંકણું બરાબર બંધ કરવાનું મને કહ્યું.

આ પ્રમાણે તે રોજ કરતાં: પણ તેનું કારણ મને સમજ પડતું નહિ. તેથી વાળુ કરતી વખતે મેં મામાને પૂછયું:—"મામા, જુઓને મામી, રોજ માથાકુટ કરે છે. થોડા અંગારા તાપવા માટે રાખે છે, અને થોડાને ઘડામાં નાંખીને ઢાંકણું બંધ કરી દે છે. તેનું કારણ શું હશે?"

"વાહ! તું રોજ જુએ છે, તોપણ તેનું કારણ સમજ નથી પડતું? જરા વિચાર કર અને તપાસીને જો, કે અંગારાને તાપવાની સગડીમાં અને ઠારવાના ઘડામાં નાંખવાથી શો ફેર પડે છે?

મારે શરમાવું પડયું. પણ ધારી ધારીને જોવાથી અને જરા વિચાર કરવાથી સૂઝયું કે તાપવાની સગડીમાંના અંગારા, જાળીવાળી સગડી કરતાં ધીમે ધીમે બળતા હતા અને બંધ કરેલા ઘડામાં તેા બીલકુલ હેાલવાઇ ગયા હતા. હું બેાલી ઉઠી:

"અંહ ! મને ખબર પડી. તાપવાની માટીની સગડીમાં કેાયલા ધીમે બળે છે; અને બંધ કરેલા ઘડામાં બળતા બંધ થાય છે. ખરી વાતને?—પણ, મામા ! એમ કેમ થતું હશે ?"

મામાએ કહ્યું કે "વત્તીઓછી હવાને લીધે આ પ્રમાણે થાય છે. જાળીવાળી સગડીમાં બધા કેાયલાને ઉપર અને નીચેથી હવા મળવાથી તે ભડભડાટ સળગે છે. માટીની સગડીમાં હવા આવવા જવાને રસ્તેા બરાબર નહિ મળવાથી કેાયલા ધીમે ધીમે સળગે છે, અને કેાઈ વખતે હેાલવાઇ પણ જાય છે. બંધ કરેલા ઘડામાં હવા બહારથી આવી ન શકવાથી અંગારા હેાલવાઇ જાય છે."

આ સાંભળીને મને નવાઈ તેા ન લાગી. કારણ કે બંધ કરેલા ઘડામાં હવા ન મળવાથી બળતા કેાયલા હેાલવાઇ જાય એમ મને લાગ્યું તેા હતું, પણ તેનું આવું સાદું કારણ હશે એમ મારી ખાત્રી ન હતી. એટલામાં કુંદનભાઇએ પૂછયું કે "હવા વગર અંગારા હેાલવાઇ કેમ જતા હશે ?"

મામાએ કહ્યું કે એનેા જવાબ જરા લાંબેા આપવેા પડશે. માટે વાળુ કરી રહ્યા પછી આ સંબંધી વાત કરીશું.

મારા મામા નિશાળમાં માસ્તર હતા અને તેમને ચેાપડીએા વાંચવાનેા ઘણેા શેાખ હતેા. અમને કેાઇ કેાઇ

વખતે જુદી જુદી જાતની સમજણ પાડીને તેઓ ખુશી કરતા, કોઇ વખતે વરસાદ કેવી રીતે વરસે છે, અથવા તો આગગાડી શી રીતે ચાલે છે તેવી બાબતની સમજણ આપતા. આજે પણ વાળુ કરી રહ્યા પછી 'હવા વગર અંગારા કેમ હોલવાઇ જાય છે' તે તેમણે સમજાવવા માંડયું. તેમણે બહુ લંબાણથી વાત કરવા માંડી, જાણે કે નિશાળમાં છોકરાઓ આગળ ભાષણ કરતા હોય તેમ. તેમણે જે જે કહ્યું તેમાંથી બધું તો યાદ રહ્યું નથી પણ તેમાંનું થોડું ઘણું તો અહીં લખી જણાવું છું.

"આપણે હવાને દેખી શકતાં નથી, પણ તેના ગુણો ઉપરથી આપણને લાગે છે કે આપણી સર્વે બાજુએ હવા છે. પંખો ફેરવવાથી હવાને ગતિ મળે છે અને ગતિવાળી હવાને આપણે પવન કહીએ છીએ. હવાને વજન હોય છે, અને તેને લીધે તેનું દબાણ પણ પડે છે. એક ચોરસ ફુટ જેટલી હવાનું વજન એક અધોળજ થાય; તેટલાજ માપની વરાળનું વજન ફકત ત્રણ તોલા થાય અને તેટલાજ માપના પાણીનું વજન ૬૭ રતલ થાય. હવાનું વાતાવરણ પૃથ્વીની સઘળી બાજુએ હોય છે. અને તે આસરે સો માઇલ ઉંચે સુધી પહોંચે છે. આ ઉંચાઇને લીધે હવાનું દબાણ ઘણું પડે છે.—દરેક ચોરસ ઇંચ ઉપર ૧૫ રતલ જેટલું વજન પડે છે. આ વજન બધી દિશામાં સરખું પડતું હોવાને લીધે તેની આપણને ખબર પડતી નથી. એક કાચની શીશીની અંદરથી બધી હવા કાઢી નાંખીએ તો બહારની હવાના દબાણથી શીશી તૂટી જશે. હવાના બીજા ગુણો પણ જાણવા જેવા છે. હવા ગરમ થવાથી હલકી થાય છે અને ઉંચે ચઢે છે. ઉનાળામાં છાપરાં ઉપરથી ગરમ થએલી

હવા ઉંચે ચઢતી જોઇ શકાય છે. આ ગરમ હવાની સાથે થોડીએક વરાળ પણ હલકી હોવાને લીધે ઉપર આકાશમાં જાય છે અને તેની જગ્યાએ ઠંડી હવા આવવાથી પવન શરૂ થાય છે. ઉંચી ગએલી વરાળનાં આકાશમાં વાદળાં બને છે; હવાના દબાણ અને ગતિમાં અમુક ફેરફારો થવાથી આ વાદળાં વરસાદનાં રૂપમાં નીચે આવે છે.

"રસાયણશાસ્ત્રીઓએ શોધી કાઢયું છે કે આ હવામાં કાંઇ એક વસ્તુ નથી, પણ તેમાં મુખ્ય કરીને બે તત્વો વાયુ રૂપે રહેલાં હોય છે. બેમાંથી એક વાયુ બળતણને બળવાની અને પ્રાણીઓને શ્વાસ લેવાની ક્રિયાઓમાં ઉત્તેજક અને ઉપયોગી હોવાને લીધે "ઉત્તેજક હવા"—ઓકિસજન—પ્રાણવાયુ કહી શકાય. બીજો ભાગ કોઇપણ ખાસ ઉપયોગમાં આવી શકતો નહિ હોવાથી "મંદ હવા"—નાઇટ્રોજન કહી શકાય. આ બે વાયુ સિવાય બીજા વાયુ પણ હવામાં હોય છે. જેવા કે "વરાળ" "ખડી વાયુ"* વગેરે. આ સર્વમાંથી "ઉ-તેજક હવા"—જેને અંગ્રેજીમાં ઑકિસજન કહે છે તે વધારે ઉપયોગી હોય છે, શ્વાસ લેવામાં તે હવાનું પ્રમાણ ઓછું હોય તો આપણા શરીરને નુકસાન થાય છે. શ્વાસ લીધેલી હવા ફેફસામાં જઇને

---

* ખડી ઉપર લીંબુનો રસ નાંખવાથી આ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે તેને અંગ્રેજીમાં "કાર્બોનિક એસીડ ગ્યાસ" 'અથવા "કાર્બન ડાયોકસાઇડ" કહે છે. ખડી સિવાય આરસપહાણ, ભીંત પરનો જુનો ચુનો અથવા "ચૅાક" ઉપર પણ લીંબુનો રસ નાંખવાથી તે વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. સોડા અને એસીડ (લીંબુના રસનું સત્વ) ભેગાં કરવાથી જે "ઉભરો" આવે છે તે આ વાયુને લીધેજ હોય છે. પાણીમાં આ વાયુ ભેળવવાથી "સોડા વૉટર" બને છે.

લોહીને શુધ્ધ કરીને શરીરની અંદરના કેટલાએક વિકારોને "ખડીવાયુ"ના રૂપમાં આણી દૂર કરે છે. એક માણસ ચોવીસ કલાકમાં આસરે સોળ (૧૬) ઘનપુટ જેટલો "ખડીવાયુ" અને એક અધોળ જેટલી પાણીની વરાળ શ્વાસની સાથે બહાર કાઢે છે. આ "ખડીવાયુ" ઝેરી હોતો નથી. પણ તેનાથી શ્વાસ લેવાની હવામાં "ઉ-તેજક વાયુ"નું પ્રમાણ ઓછું થવાને લીધે તે નુકસાન કરે છે.

"હવે સગડીમાંના કોયલા બળે છે, ત્યારે આ "ખડીવાયુ"જ પેદા થાય છે. જાળીવાળી સગડીમાં હવાની આવજા વધારે થવાથી આ "ખડીવાયુ" દૂર થઈ જાય છે અને "ઉત્તેજક હવા" વધારે મળવાથી કોયલા બરાબર બળે છે. માટીવાળી સગડીમાં હવાની આવજા ઓછી હોવાથી કોયલાને પુરતી "ઉત્તેજક હવા" મળતી નથી, અને "ખડીવાયુ" દૂર ન થવાથી કોયલા ધીમે ધીમે બળે છે. બંધ કરેલા ઘડામાં હવાને બીલકુલજ રસ્તો ન હોવાથી ઘડાની અંદર "ઉત્તેજક હવા" હોય ત્યાં સુધી કોયલા બળે છે, અને આખરે "મંદ હવા" અને "ખડીવાયુ"જ રહે છે; આ બંને વાયુની હાજરીમાં કોયલા હોલવાઈ જાય છે.

"સગડીમાં બળતા કોયલાની અને આપણી શ્વાસ લેવાની ક્રિયા કેટલીએક રીતે સરખા હોય છે. આપણે શહેરની બહાર ખુલ્લી હવામાં શ્વાસ લઇએ તો તેમાં "ઉત્તેજક હવા"નો ભાગ વધારે હોવાને લીધે આપણા શરીરની અંદર પણ લોહીની ગતિ અને શુદ્ધિ જલદી થાય છે. શુદ્ધ લોહી જલદીથી ફરવાને લીધે આપણું શરીર અને મન ઉમંગમાં રહે છે, અને તબીઅતમાં પણ સુધારો થાય છે. શહેરની અંદર ગીચ વસ્તીમાં રહેવાથી આપણને

શુદ્ધ હવા મળતી નથી; અને તે હવામાં "ખડીવાયું" અને બીજી અશુદ્ધિનો ભાગ વધારે હોવાથી માટીની તાપવાની સગડીની અંદરના કોયલાની માફક આપણા શરીરની શ્વાસોશ્વાસ વગેરે ક્રિયાઓ પણ મંદ ચાલે છે. તે છતાં પણ કેટલાએક માણસો ઘરના બારીબારણાં બંધ કરીને ગોદડાંની અંદર મોઢું ઘાલીને બીલકુલ હવા ન મળે, તેવી રીતે રાતનો એટલે પોતાની જીંદગીનો અર્ધો ભાગ ગુજારે છે!

"આવા લોકોની સ્થિતિ કોના જેવી થતી હશે? કહે જોઇએ, લીલુબેન!" મામાએ એકદમ અટકીને મને પૂછયું.

"બંધ કરેલા ઘડામાં હોલવાઇ જતા કોયલાના જેવીજ તો?" મેં કહ્યું, "પણ મામા, તેમ થતું હોય તો માણસ મરી કેમ જતાં નહિ હોય."

"હા. ઘણીએ વખતે આવી રીતે સુનારા માણસો મરી જાય છે. થોડી પણ હવા મળે તો માણસ જીવી શકે છે. પણ તેની સ્થિતિ તાપવાની સગડીમાંના કોયલા જેવી થાય છે, અને તેની શ્વાસ લેવાની, ખોરાક પચવાની, લોહી ફરવાની અને બીજી બધી ક્રિયાઓ મંદ થઈ જાય છે. તે છતાં પણ આવા માણસોને એકવાર પડેલી આ ટેવ છોડવી કઠણ થઇ પડે છે. એક વખતે એક જેલના ડૅાકટરે કેદીઓમાં ફેફસાં અને છાતીના રોગ થવાનું કારણ તેમની મોંઢે માથે ઓઢીને સૂવાની ટેવ છે એમ બતાવ્યું હતું. તેમની આ ટેવ ભુલાવવાને માટે તેમની ઓઢવાની કામળીઓ ટુંકી કરવામાં આવી હતી. પરંતુ તેમની જુની ટેવને લીધે કેદીઓ આ ટુંકી કામળીઓ પણ મોઢે ઓઢતા અને પગ ઉઘાડા રાખતા! તેવીજ રીતે આપણા ઘરમાં

પણ એક જણને એવીજ ટેવ છે. લીલુબેન! મેં તને કેટલી વખત કહ્યું છે કે તારે મોંઢું ખુલ્લું રાખીને સૂઇ જવું ? પરંતુ તારાથી પણ પડેલી ટેવ ભુલાતી નથી; ખરી વાતને ?"

મારે શરમાઇને નીચે જોવું પડયું. મામા આ બધી વાતને છેડે મનેજ આગળ કરશે એમ મેં ધાર્યું ન હતું. મેં પણ નિશ્ચય કર્યો કે ફરીથી તેમને આ બાબત કહેવાને પ્રસંગજ ન આવે તેમ કરવું. "મામા મારો વાંક તો છે, હું કબુલ કરૂં છું. પણ તમે આજના જેવું સમજાવીને પહેલાં કોઇ દિવસ કહ્યું ન હતું. આજથી હું મોંમાંથી નીકળેલી હવાનો શ્વાસ લઇશ નહિ, અને જેમ બને તેમ ખુલ્લી હવાનોજ શ્વાસ લઈશ."

મામા ખુશી તો થયા, પણ એક વાત યાદ આવી હોય તેમ બોલી ઉઠયા;

"તે વાત તો ખરી; હવે બીજી એક વાત પણ સમજવા જેવી છે. તમારી સગડીમાં કોયલા જલદીથી ધમધમાટ સળગાવવા હોય તો તમે શું કરો ?"

" કેમ વળી, પંખો લઇને જોરથી પવન નાંખીએ."

"વારૂ. બરાબર છે. આપણે ઘણે ઠેકાણે ચીમની વગરના દીવેલના કે ઘાસલેટના દીવા જોઇએ છીએ. તેમાં ધુમાડો થાય છે. પણ તેની ઉપર ચીમની ગોઠવવાથી અને હવાને પૂર ઝપાટાથી દીવાની વાટ આગળ થઇને જવાનો રસ્તો મળવાથી ધુમાડો ઓછો થઇને દીવાનું તેજ વધે છે. તેવીજ રીતે તમારા શરીરની ક્રિયાઓ ધમધમાટ ચલાવવી હોય તો તમારે પણ ખુબ હવા લેવી જોઈએ, એટલે કે ઉંડા દીર્ઘ શ્વાસ લેવા જોઇએ. ખુલ્લી હવામાં જઇને

તરતજ પાછું આવવું નહિ. પણ ત્યાં બને તેટલો વખત રહીને નાક વાટે જેટલી હવા લેવાય તેટલી લેવી કે જેથી ફેફસાંના સઘળા ભાગોને પુષ્કળ ઉ-તેજક હવા મળે. તેવીજ રીતે શ્વાંસ કાઢતી વખતે ફેફસાંમાંની બધી અશુદ્ધ હવા કાઢી નાંખવી. આ પ્રમાણે ખુલ્લી હવાનો બરોબર ઉપયોગ કરવાથી ફેફસાંનાં દરદો, ક્ષયરોગ અને શરીરની નિર્બળતા વગેરે દુઃખનાં કારણો ઓછાં થાય છે. માટે તમે કાલથી ફરવા જાઓ તો એ પ્રમાણે કરવાનું ભૂલશો નહિ."

મોડું ઘણું થયું હતું. રાતે મોંઢે ન ઓઢવાના અને દિવસે ખુલ્લી હવામાં દીર્ઘ શ્વાસ લેવાના વિચાર કરતાં કરતાં અમે સૂઈ ગયાં.

---

* આ લેખ પ્રથમ "સુન્દરીસુબોધ" માસિકના સપ્ટેંબર ૧૯૧૪ના અંકમાં પ્રસિદ્ધ થયો હતો,

૧૩૮૯૫

હીરા બનાવનાર.

કેટલાએક કામને લીધે રાત્રિના નવ વાગતાં સુધી મારે ઑફિસમાં રહેવું પડયું હતું. માથું જરા ભારે લાગવાથી વધારે કામ કરવાની અથવા તો ગમ્મત માટે નાટકશાળામાં જવાની ઇચ્છા ન હતી. બંને બાજુ ઉપરથી ઉંચા ઉંચા મકાનોની વચ્ચેથી આકાશનો થોડોજ ભાગ દેખી શકાતો હતો; પણ તે ઉપરથી બહાર રાત્રિ શાંત અને રમણીય હોવી જોઇએ એમ લાગ્યું. તેથી નદીના કિનારા સુધી જવાનો, અને ત્યાં નદીના શાંત પાણી ઉપર રંગબેરંગી દીવાઓ જોઇને મારૂં ચિત્ત શાંત કરવાનો અને આંખોને આરામ આપવાનો વિચાર કર્યો.

ખચિંતજ આ સ્થળનું સૌંદર્ય જોવાનો ઉત્તમ વખત રાત્રિજ છે. સુભાગ્યે પાણીનો મેલ અંધકારથી ઢંકાઇ જાય છે આ સંક્રાંતિમય સમયના ભુખરા અને જાંબુડીઆ લાલ અને નારંગી અને અન્ય વિવિધ રંગના દીપકો, પીળાશ પડતા વિજળીના અને ઉજ્જવળ ગ્યાસના દીવાઓ એક સુંદર ઝાંખી કમાનના આકારમાં ગોઠવાએલા દેખાય છે. નદી ઉપરનો પૂલ દૂર સુધી દેખાતી નદીને કિનારે બાંધેલી મોટી દિવાલ અને સામી બાજુ પરના ભવ્ય અને વિશાળ

* The Embankment. ટેમ્સ નદી ઉપરની પ્રસિદ્ધ દિવાલ.

મકાનો તારાના અજવાળામાં શોભી રહ્યાં છે. નદીનું પાણી શાંત રીતે વહ્યાં કરે છે; કવચિત્ કવચિત્ આ શાંતિમાં નાનાં મોજાંને લીધે ભંગ પડે છે, અને પાણીમાં પડેલાં દીવાના પ્રતિબિંબ પણ હાલવા માંડે છે.

"ગરમી ઘણી લાગે છે," મારી પાસેથી એક અવાજ નીકળ્યો. મેં મોંઢું ફેરવીને જોયું તો મારી પાસે નદીની પાળની ઉપર અઢેલીને ઉભા રહેલા એક મનુષ્યની આકૃતિ દેખાઈ. જો કે તેનો ચહેરો ફીકકો પડી ગએલો અને કરચલીઓને લીધે ચિંતાગ્રસ્ત લાગતો હતો, પણ તે કદરૂપો ન કહી શકાય. તેનામાં ઉચ્ચ સંસ્કાર અને સારી કેળવણીની પ્રતિભા સ્પષ્ટ હતી, તે છતાં પણ તેનાં કપડાની સ્થિતિ ઉપરથી તે ભિખારી જેવો લાગતો હતો. મને લાગ્યું કે આ માણુસ સાથે વાત કરવાથી તેને સૂવાનો અને ખાવાનો બંદોબસ્ત કરી આપવાના ખર્ચમાં ઉતરવું પડશે.

મેં ફરીથી તેની તરફ ઉત્કંઠાથી જોયું. તેની પાછળ ખરચેલા પૈસા જેટલું પણ તે બોલી શકશે કે, અથવા તો તે એક સાધારણ લાચાર અને અપંગ માણુસની પેઠે પોતાની વાત કહેવાને પણ અશક્ત નીવડશે ? પરંતુ તેના કપાળ અને તેની આંખોમાં કંઈક વિલક્ષણ તેજ હતું, તે જોઇને મારા શંકાશીલ વિચારો દબાઇ ગયા અને મેં તેની સાથે વાતચીત શરૂ કરવાનો નિશ્ચય પાકો કર્યો.

"હા, ગરમી ઘણી છે." મેં કહ્યું, "પણ આ સ્થળે આપણને ગરમી લાગે તેમ નથી."

"ના" તે હજુ પણ પાણી તરફ જોતો બોલ્યો.

"અહીંઆ તો ઠીક છે." થોડીવાર ચુપ રહીને તે ફરીથી બોલ્યો, "આખા લંડનમાં આના જેવું શાંત સ્થળ

બીજું કોઇ નથી. ધંધો ચલાવવાની, નાણાંની લેણદેણની, અને વેપારનાં બીજાં જોખમ ખેડવાની ભાંજગડ અને માથાફોડમાંથી છુટા થયા પછી વિશ્રાંતિ લેવાના આવા સ્થળ ન હોત તો માણુસ શું કરત, તે હું સમજી શકતો નથી." તે તુટક તુટક વાકયો બોલતો હતો અને વચ્ચે વચ્ચે અટકી જતો. "તમને દુનિયાની જંજાળો અને મહેનતનો અનુભવ હોવો જોઇએ, નહિ તો આ સ્થળે તમે આવોજ નહિ પરંતુ તમારૂં મગજ મારા જેટલું થાકેલું અને તમારાં પગ મારાં જેટલાં સુઝેલા હોય તેમ લાગતું નથી....... મને ઘણી ઘણીએ વખતે શંકા થાય છે કે જીંદગી જીવવા યોગ્ય નથી. મને ઘણીવાર વિચાર થાય છે કે મારૂં સર્વસ્વ– મારૂં નામ, ધન આબરૂ–નાંખી દઇને કોઇ સાધારણ ધંધામાં લાગી જાઉં. પણ હું જાણું છું કે મને કનડતી મારી આશાઓને છોડી દઉં તો મારી બાકીની જીંદગીમાં સંતાપ અને દુઃખ સિવાય બીજું કાંઈ રહે તેમ લાગતું નથી."

તે ચુપ થયો. મેં તેના તરફ આશ્ચર્યથી જોવા માંડયું. કોઇ વખતે માણુસને નિરાશામાં સદંતર ડુબેલો મેં જોયો હોય તો આજ હતો. તે ચીંથરેહાલ, ગંદો, અને જડભરત જેવો દેખાતો હતો; તેની દાઢી વધી ગએલી હતી, અને તેનો દેખાવ કચરાની પેટીમાંથી કાઢેલા માણુસના જેવો લાગતો હતો. આવો માણુસ મારી સાથે એક મોટા ધંધાની વાત કરતો હતો, તે વિચારથી હું હસી પડવાની તૈયારીમાં હતો. કયાં તો તે ગાંડો હતો, અથવા પોતાની નિર્ધનતા ઉપર મશ્કરી કરવામાં આનંદ માનતો હતો.

મેં કહ્યું "ઉંચી આશાઓ અને ઉત્તમ સામાજીક સ્થિતિને લીધે સખ્ત કામ અને ચિંતા અનુભવવી પડે છે,

પણ તેનાથી અનેક પ્રકારના લાભ પણ થાય છે. લાગવગ, બીજાઓનું ભલું કરવાની સગવડ, અને નબળાં અને નિર્ધન મનુષ્યોને મદદ આપવાની શક્તિ, એ સર્વથા લાભજનક હોય છે; વળી રોફ અને દમામ રાખી શકવાથી એક પ્રકારનો સંતોષ પણ પ્રાપ્ત થાય છે."

મારાં આ વાક્યો તેને ટાણાંરૂપ લાગ્યાં હશે—મને પણ તરતજ અનુચિત લાગ્યાં. તેના દેખાવ અને શબ્દો વચ્ચેના ગંજાવર ફરકના સંબંધમાં મારે આટલું બધું બોલવું જોઈતું ન હતું.

તે પોતાના ચિંતાગ્રસ્ત પણ શાંત મોંઢાથી મારા સામું જોવા લાગ્યો, અને બોલ્યોઃ "હું મારી પોતાની જાતને પણ ભૂલી જાઉં છું...........પણ ખચિતજ તમે સમજી શકશો નહિ" તેણે મારા સામું છેક ઉપરથી નીચે સુધી જોયું. "ખરેખર બધું અસંભવિતજ છે હું તમને કહીશ. તોપણ તમે માનવાના નથીજ, અને તેથી મારી વાત તમને કહેવામાં વાંધો નથી. વળી પોતાની વાત બીજાને કહેવાથી મનનો ભાર હલકો થાય છે. મારા હાથમાં એક મોટો ધંધો છે, પણ હાલમાં અડચણોને લીધે સંકડામણનો વખત છે. હું....હીરા બનાવું છું."

"હું ધારૂં છું, કે તમને હમણાંજ નોકરી ઉપરથી રજા મળી હશે."

"મારી વાત કોઈ માનતું 'નથી' તેનો મને ઘણો કંટાળો ચઢે છે" તે અધીરાઇથી બોલ્યો; તેણે એકદમ પોતાના ગંદા કોટના બટન કાઢી નાંખીને દોરી વતી ગળે બાંધેલો નાનો વાવટો કાઢ્યો. તેમાંથી તેણે પીળાશ પર પડતા રંગનો સ્ફટિક બતાવ્યો. "આ વસ્તુ શી છે તે જાણો

વાને, તમને જ્ઞાન હશે એમ હું ધારતો નથી," એવું કહીને તે સ્ફટિક તેણે મારા હાથમાં મૂકયો.

થોડાએક વર્ષ પહેલાં મેં લંડન યુનિવર્સિટીની ડીગ્રી લીધી હતી; અને તેથી રસાયનશાસ્ત્ર અને ખનીજશાસ્ત્રનું મને સહેજ જ્ઞાન હતું. તે વસ્તુ ઘેરા રંગના હીરા કરતાં બહુ જુદી લાગતી નહતી, પણ તેનું કદ ઘણું મોટું હતું આસરે મારા અંગુઠાના ટેરવા જેટલું હશે. વધારે તપાસતાં માલમ પડયું કે તેનું રૂપ સમરૂપી અષ્ટકોણને મળતું હતું. અને તેની બાજુઓ હીરાની માફક તેટલાજ કાટખુણે મળતી હતી. મેં મારો ચપ્પુ કાઢીને તે વતી ખોતરવાનો પ્રયત્ન કર્યો, પણ વ્યર્થ. ગ્યાસના દીવા તરફ ફરીને તે સ્ફટિકને મારી ઘડીઆળના કાચ ઉપર ઘસી જોયો. અને મારી અજાયબી વચ્ચે સહેલાઇથી એક ધોળી લીટી અંકાઇ ગઇ; આ પ્રયોગથી તે સ્ફટિક હીરો હોવો જોઇએ એવું અનુમાન મારે કરવુંજ પડયું.

મારી સાથે વાત કરનાર મનુષ્યની સાથે હવે તો મેં વધારે આશ્ચર્યથી જોવા માંડયું. "ખરેખર તમારો સ્ફટિક હીરા જેવો લાગે છે, પણ તેમ હોય તો તેને જંગી હીરો કહેવો પડશે. આટલો મોટો હીરો તમને કયાંથીં મળ્યો?"

"હું કહું છું કે મેં બનાવ્યો," તેણે કહ્યુંઃ "મને પાછો આપો."

તે હીરો લઈને તેણે તરતજ તેને ઠેકાણે મૂકી દીધો, અને પોતાના કપડાંનાં બટન ભરાવી દીધાં "હું તમને આ હીરો ફક્ત રૂા. ૧૫૦૦) માં આપીશ." આતુર પણ ધીમા સાદથીં તે એકદમ બોલ્યો, તે સાંભળવાથી મને ફરીથી વહેમ આવ્યો. આ વસ્તુ આખરે હીરાને બદલે તેના જેટલીજ

સખત વસ્તુ 'કોરન્ડમ' હોઈ શકે અને તેનો દેખાવ અચાનક હીરાને મળતો પણ હોય; કારણકે જો તે ખરો હીરો હોય તો તેના હાથમાં શી રીતે આવ્યો, અને તેટલા મોટા હીરાને રૂા. ૧૫૦૦) માં આપવાને કેમ તૈયાર થાય?

અમે એક બીજાની આંખો સામું જોવા લાગ્યા તેની આંખોમાં આતુરતા દેખાતી હતી અને તેની સાથે પ્રમાણિકતા પણ દેખાતી હતી. તે પળે મને એમજ લાગ્યું કે તે ખરોજ હીરો વેચવાનો યત્ન કરતો હતો. પણ મારા જેવા સાધારણ સ્થિતિના માણસની મિલ્કતમાંથી રૂા. ૧૫૦૦) ઓછા થવાથી મોટો ખાડો પડે. વળી કોઈપણ શાણો માણસ ગ્યાસના દીવાના અજવાળા નીચે, એક ચીંથરેહાલ રખડતા માણસ પાસેથી તેનાજ વિશ્વાસ ઉપર હીરા ખરીદવાનું જોખમ ખેડે નહિ. તે છતાં પણ આટલો મોટો હીરો જોઇને લાખો રૂપીઆનું ભાન થયા વિના રહ્યું નહિ. આટલો મોટો હીરો ખરોજ હોય, તો ઝવેરાતના સઘળાં પુસ્તકોમાં તેનું વર્ણન હોવું જોઈએ; પરંતુ તેજ વખતે આફ્રિકામાં કાફિર લોકોને હાથે ચોરાઇ જતાં હીરાની વાતો મને યાદ આવી. મેં હીરો ખરીદવાની વાત બાજુ પર મૂકી.

"તમને એ હીરો ક્યાંથી મળ્યો ?" મેં પૂછ્યું.

"મેં બનાવ્યો."

મ્વાસાં (Moissan) નામના પ્રસિદ્ધ રસાયનશાસ્ત્રીનું નામ મેં સાંભળ્યું હતું. તેણે અતિશય તાપ મળી શકે તેવી વિજળીની ભઠ્ઠીઓની શોધ કરી હતી; અને તે વતી તેણે હીરા બનાવ્યા હતા; પણ તેના હીરા નાના હતા. મેં મારૂં માથું હલાવ્યું.

" તમને આ સંબંધી કાંઇ જ્ઞાન હોય, તેમ લાગે છે.

હું તમને મારી બધી વાત કહીશ. પછી તમને આ હીરો ખરીદવાનું મન થશે.” તે પાછો વળ્યો અને નદી તરફ પોતાની પીઠ ફેરવી પોતાના હાથ ખીસામાં મૂકયા. તેણે નિઃશ્વાસ નાંખ્યો. “ હું ધારૂં છું કે તમે મારી વાત માનશો નહિ.”

“ હીરા બનાવવાને માટે ” તેણે શરૂ કર્યું, અને જેમ જેમ તે બોલતો થયો, તેમ તેમ તેના અવાજમાંથી રખડતા માણસનો પાસ ચાલી ગયો, અને એક કેળવાએલા મનુષ્યનો સુશિક્ષિત અને કોમળ સુસ્વર ખુલતો ગયો: “ હીરા બનાવવાને માટે વિશુધ્ધ કોયલા–કાર્બન–ને યોગ્ય વસ્તુમાં ગાળવા પડે છે, અને આ દ્રવણ (Solution) વાસ્તવિક દબાણ નીચે ઠંડુ પડવા દેવાથી આ કાર્બન કોયલાની ભુકી અથવા ગ્રેફાઇટની * માફક નહિ પણ હીરાના આકારમાં છુટું પડી આવે છે. આટલું જ્ઞાન તો રસાયનશાસ્ત્રીઓને કેટલાએક વર્ષોથી છે; પણ આ કાર્બન કઇ વસ્તુમાં ઓગાળવાથી અને તેને કેટલા દબાણમાં ઠંડુ પડવા દેવાથી ઉત્તમ પરિણામ મળશે, તે બાબત હજુ સુધી કોઇ નિર્ણય ઉપર આવ્યું નથી. તેથી હજુ સુધી રસાયન શાસ્ત્રીઓએ બનાવેલા હીરા નાના અને કાળા હોય છે, અને

* કોયલા, પેન્સીલ બનાવવામાં વપરાતું ગ્રેફાઇટ, હીરા એ સઘળી વસ્તુઓ એકજ તત્વ–Element–'કાર્બન'નાં રૂપ છે. એકજ તત્વના અણુઓ–રજકણો–જુદી જુદી રીતે ગોઠવાઇ જવાથી આ વસ્તુઓનું રૂપાંતર થાય છે, અને હીરા બનાવવાનું ખરૂં કર્તવ્ય તો આ અણુઓને યોગ્ય રૂપમાં લાવવાનુંજ છે. આ સઘળી વસ્તુઓને હવામાં બાળવાથી એકજ દ્રવ્ય કાર્બન ડાયોકસાઇડ નામનો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે.

તેથી ઝવેરાતને માટે ઉપયોગમાં આવતા નથી. હવે આ વસ્તુના શોધને માટે મેં મારી જીંદગી અર્પણ કરી છે,–હા, જીંદગી અર્પણ કરી છે.

“ હું સત્તર વર્ષનો હતો ત્યારથી આ વિષયનો વિચાર કર્યા કરતો હતો, અને હાલમાં મારી ઉંમર ફક્ત બત્રીસ વર્ષની છે. તે વખતે મને લાગ્યું કે આ કામ પૂર્ણ કરવાને એક મનુષ્યની જીદગીના દસ અથવા વીસ વર્ષની જરૂર પડશે, તે છતાં પણ આ કામ હાથમાં લેવામાં મેં હિંમત ધરી હતી. ધારો કે એક માણસને ખરો રસ્તો પ્રાપ્ત થાય તો આ વાતની ‘કળ’ બહાર પડે તે પહેલાં અને હીરા કોલસા જેટલા સસ્તા થઇ જાય તે પહેલાં લાખો અને કરોડો રૂપીઆની પ્રાપ્તિ થોડા વખતમાં કરી શકાય.”

તે જરાવાર બંધ રહ્યો, અને મારી સહાનુભૂતિ મેળવવાને મારા તરફ જોવા લાગ્યો. તેની ભુખી આંખો ઉપર ચળકાટ મારવા લાગ્યો. “આ બધી પ્રાપ્તિની સમીપમાં છું એમ ધારવું, અને તે છતાં પણ આ હાલતમાંજ રહેવું !”

“ હું ૧૧ વર્ષનો હતો ત્યારે મારી પાસે” તેણે આગળ ચલાવ્યું, “આસરે ૨૫૦૦૦ રૂપીઆ હતા. મેં ધાર્યું હતું કે ખાનગી શિક્ષણથી બીજા થોડા પૈસા પેદા કરી શકીશ અને મારૂં સંશોધનનું કામ ચલાવીશ. કેટલીએક મદદ લઇને રસાયણશાસ્ત્રીનું સારૂ જ્ઞાન મેળવવા માટે બર્લિન વગેરે સ્થળે થોડાં વર્ષ અભ્યાસ કર્યો. પછી મેં મારી મેળે પોતાનું કામ ચલાવવા માંડ્યું. સર્વથી મોટી નડતર તો છુપું રાખવાની હતી; એક વખત મેં કોઇને પણ હું શું કરૂં છું તે કહ્યું હોત તો મારો વિચાર શકચ ધારીને બીજાઓ પણ આ કામમાં પડત; અને આ

સંશોધનની દોડમાં હું પહેલો આવતજ એટલો હોંશિયાર હોવાનો હું દાવો કરતો નથી. વળી જો મારે લાખો રૂપીઆ એકઠા કરવા હોય તો હીરા મણુના હિસાબથી બનાવી શકાય છે, અને મારા હીરા બનાવટી છે એમ લોકોને જણાવા દેવું જોઇએ નહિ. આ બધા કારણોથી મેં એકલાએજ કામ કરવા માંડયું. પહેલાં તો મેં એક નાની પ્રયોગશાળા રાખી હતી. પણ ધીમે ધીમે મારાં ખીસાં ખાલી થઇ જવાથી મારે એક નાનાં ગામમાં એક નાની કોટડીમાં મારા પ્રયોગો કરવા પડતા. આ વખતે હું મારા સાધનોની (Apparatus) મધ્યમાં ફક્ત એક સાદડી ઉપરજ સૂઈ રહેતો. શાસ્ત્રીય સાધનો સિવાય બીજી કોઇપણ વસ્તુ ઉપર હું પૈસા ખરચતો નહિ, છતાં પણ મારી મિલ્કત ખલાસ થઇ ગઇ. ખર્ચ ચલાવવાને કેટલોએક વખત શીખવાડવાનું માથે લીધું. પણ મને શીખવાડતાં આવડતું નહિ હોવાથી, અને કોઇપણ યુનિવર્સિટીની ડીગ્રીની છાપ નહિ હોવાથી, તેમજ રસાયણશાસ્ત્ર સિવાય ઇતર વિષયોનું જ્ઞાન નહિ હોવાથી, થોડાજ પગાર ઉપર મારે ઘણીજ મહેનત કરવી પડતી. ધીમે ધીમે હું મારા કામમાં સફળ થતો ગયો. આજથી ત્રણ વર્ષ પહેલાં કાર્બન ગાળવાને માટે યોગ્ય દ્રવ્ય (Flux) શોધી કાઢયું; વળી આની સાથે કાર્બનનું મિશ્રણ કરીને જુની તોપની નળીમાં પાણીની સાથે ભરીને બરોબર બંધ કરીને ભઠ્ઠીમાં તપાવવાથી જોઇતું દબાણ મેળવવાની યુક્તિ પણ શોધી કાઢી."

તે ચુપ રહ્યો.

"આ કામ જરા જોખમ ભરેલું છે," મેં કહ્યું.

"હા. તે નળી ફાટી ગઈ અને મારાં સાધનો અને બારીઓ તૂટી ગયાં, પણ હીરાની કણીઓ જેવો ભુકો

મળ્યો. આ સમયે દ્રવણમાંથી સ્ફટિક થતાં પહેલાં તેના ઉપર ઘણુંજ દબાણ મેળવવાની ઇચ્છાથી મેાં. દ્રાબ્રેએ પારિસમાં કરેલા કેટલાએક પ્રયોગોનું વર્ણન મારા વાંચવામાં આવ્યું. બહુ મજબુત અને તૂટી શકે નહિ તેવા પોલાદની બારીક સ્ક્રુવાળી ભુંગળીમાં ડાયનેમાઇટ દારૂ સાથે સળગાવવાને લીધે તેની અંદર દબાણ વધવાથી પત્થરનો કાદવ જેટલો બારીક ચૂરો થઇ શકતો; આ પત્થરનું રૂપ દક્ષિણ આફ્રિકામાં જે જમીનમાંથી હીરા નીકળે છે તેને મળતું આવે છે. આવું મેાં દ્રાબ્રેની કરામતવાળું પોલાદનું ભુંગળું (Cylinder) બનાવતાં મને ખર્ચ તો ઘણું થયું. પણ તેમાં હું પાછો હઠયો નહિ. મેં શોધી કાઢેલા પદાર્થો યોગ્ય પ્રમાણમાં મેળવીને આ નવા ભુંગળામાં મૂકયાં, તેની અંદર દારૂ મૂકીને બરોબર બંધ કરીને સઘળું ધગધગતી ભઠ્ઠીમાં મૂકીને હું ફરવા નીકળ્યો."

તેની આ નિશ્ચિંત અને નિષ્કાળજીવાળી પદ્ધતિ માટે મારાથી હસ્યા વિના રહેવાયું નહિ. "આમ કરવાથી આખું ઘર તૂટી પડવાનો સંભવ હતો એમ તમને લાગ્યું નહિ? ઘરમાં બીજા માણસો ન હતા?"

"તે તો વિજ્ઞાન અને સંશોધનના લાભની ખાતર હતું." તેણે ઠંડા પેટે જવાબ આપ્યો. "નીચે એક ફેરીઆનું ઘર હતું, મારી સાથે એક ભિખારી રહેતો હતો, અને છેક ઉપર બીજાં કેટલાંએક ભાડુતો હતાં. કદાચિત આ પગલું અવિચારી હતું, પણ તેમાંનાં કેટલાએક બહાર ગએલા હશે."

હું જ્યારે પાછો આવ્યો ત્યારે ભઠ્ઠી બરોબર બળતી હતી, અને દારૂના વધેલા દબાણથી પણ ભુંગળી તૂટી ન

હતી. તેથી મને બીજો વિચાર સૂઝયેા કે સ્ફટિકના દાણા મેાટા બનવાને માટે વખતની જરૂર હેાય છે. દ્રવણમાંથી ઓગળેલી વસ્તુને મેાટા કણેા-દાણાના રૂપમાં મેળવવી હેાય, તેા આ ગરમ દ્રવણને ધીમે ધીમે + ઠંડું પાડવું જોઈએ.

આ વિચારથી મારા હીરાના દ્રવણને બે વર્ષ સુધી ગરમ રાખવું અને ત્યાર પછી ધીમે ધીમે ઠંડું પાડવું એમ નક્કી કર્યું. પણ હવે હું નાણાંની તંગીમાં હતેા; એક મેાટી ભઠ્ઠી, મારી કેાટડીનું ભાડું, અને મારી પેાતાની ભૂખ એ સર્વે સંતેાષવાનાં હેાવા છતાં પણ પાસે રાતી પાઈ રહી ન હતી.

“ આ સમયમાં મારા હીરા થતા સુધીમાં મેં જે જે દુઃખ સહન કર્યું છે તે હું તમને સવિસ્તર કહી શકું તેમ નથી. હું છાપા વેચીને ગુજરાન ચલાવતેા. મેં ઘેાડાવાળાનું પણ કામ કર્યું હતું. કાગળ ઉપર સરનામા લખી આપીને થેાડુંએક પેદા કરતેા. એક અઠવાડીઆ સુધી મારી પાસે ખાવાનું કશું ન હતું; આખરે મારે ભીખ માગવી પડી હતી. કેવા દુઃખી દિવસેા! એક દિવસ ભઠ્ઠી ઠંડી થઈ જવા આવી હતી, અને મને પણ આખેા દિવસ ખાવાનું મળ્યું

+ આ વાતનેા અનુભવ સાકર અને મેાટા દાણાવાળી ખાંડ બનાવનાર પાસેથી લઇ શકાશે. ખાંડની ચાસણી (Saturated Solution) ને એકદમ ઠંડી પાડી દેવાથી બારીક ભુરૂં ખાંડ નીપજે છે, પણ ચાસણીને ધીમે માટીના વાસણમાં ઠંડી થવા દેવામાં આવે તેા સાકરના ગાંગડા (Crystals) મળે છે. સુંદર સ્ફટિક બનતા જોવાને માટે ખારાઘેાડાના રણમાં અથવા તેા ઉનાળામાં માહીમની પાસેના મીઠાના કયારાઓની મુલાકાત લેવી આવશ્યક છે.

ન હતું. એટલામાં એક ફાંકડાજીએ પોતાની ઉદારતા અને રોફ દેખાડવાને મારી ઉપર એક પાવલી ફેંકી; આવી આડંબરવાળી ઉદારતા પણ ઉપયોગી થઈ પડે છે! મને પેટમાં ભૂખ કકડીને લાગી હતી, પણ મેં બધા પૈસા કોલસા લાવીને ભઠ્ઠી ચલાવવામાં વાપર્યા, અને ભઠ્ઠી ફરીથી લાલચોળ થઇ.

“ આજથી ત્રણ અઠવાડીઆ પહેલાં મેં આગ હોલવી નાંખી. ભઠ્ઠીમાંથી ભુંગળી કાઢી અને તેમાંથી સ્ક્રૂ કાઢી નાખ્યાં; મારી ઉત્કંઠા અને ઉતાવળને લીધે હાથ ઉપર ફોલ્લા પણ પડયા. તે ન ગણકારતાં મેં ગરમ લાવા જેવી ધગધગતી વસ્તુને બહાર કાઢીને લોઢાની ઉપર હથોડી વતી ઠોકી કાઢી. આમાંથી મને ત્રણ મોટા અને પાંચ નાના હીરા મળ્યા. હું જમીન ઉપર હથોડી વતી ઠોકતો હતો, તેવામાં મારૂં બારણું ઉઘડયું, અને મારો ભિખારી પાડોશી હંમેશની માફક દારૂ પીને અંદર આવ્યો. દારૂના જુસ્સામાં તે કંઇ બકવા લાગ્યો; તેની વાત ઉપરથી લાગ્યું કે તે મારી કોટડીમાં છાનોમાનો જોયા કરતો હતો; તેજ સવારે તેણે પોલીસને ખબર આપી હતી કે હું બંબગોળા બનાવનાર છુપી ટોળીનો માણસ છું. પોલીસે તેનું કહેવું અક્ષરે અક્ષર લખી રાખ્યું છે એમ ડંફાસ મારતો હતો. આ બધું સાંભળીને મને મારી કઢંગી સ્થિતિનું ભાન થયું. કયાં તો મારે પોલીસને મારી બધી ખાનગી વાત કહેવી અને મારી આશાઓ નષ્ટ કરવી, અથવા તો મારે રાજદ્રોહી (એનાર્કિસ્ટ) તરીકે પકડાવું. જરા સમયસૂચકતા વાપરીને મેં મારા પાડોશીને ખોખરો કર્યો. તે જરા બેભાન રહ્યો તેટલી વારમાં મારા હીરા ભેગા કરીને હું ચાલી નીકળ્યો.

તે સાંજના છાપાંમાં મારી કોટડીને બંબ બનાવવાના કારખાનાનું સ્વરૂપ આપીને પોલીસના પરાક્રમના બણગાં ફુંકવામાં આવ્યાં હતાં. હવે મારી સ્થિતિ એટલી બધી કઢંગી થઈ ગઇ છે કે મારાથી મારા હીરાઓને પ્રેમ અથવા પૈસાની ખાતર કોઇને આપી શકાય તેમ નથી. જો હું કોઈ સારા ઝવેરીઓ પાસે જાઉં છું તેા તેઓ મને જરા વાર બેસવાનું કહે છે, અને ધીમેથી એક ગુમાસ્તાને પોલીસને બોલાવવાનું કહે છે. હું ચેતી જાઉં છું. એક વાર હું ચોરાયલેા માલ વેચનારની પાસે ગયેા, અને તેણે તેા મારેા એક હીરેા લઇ લીધેા, અને પાછેા માગીશ તેા પોલીસ પાસે પકડાવીશ એવી ધમકી આપી. હાલમાં હું મારી પાસે લાખેા રૂપીઆની કિંમતના હીરાઓ છાતીએ બાંધીને ફરૂં છું, પણ મને નથી મળતું રહેવાનું ઘર કે ખાવાના રોટલા. મેં પહેલીજ વાર મારી વાત તમને કહી છે. મને તમારી મુખાકૃતિ ગમે છે. મુશ્કેલીમાં આવી પડયેા છું.”

તેણે મારી આંખેા સામું જોયું.

મેં કહ્યું. “ મારી આ સ્થિતિમાં હું એક હીરેા ખરીદું તેા હું ગાંડેા કહેવાઉં. વળી મારી પાસે તમે માગેા તેટલા રૂપીઆ અત્યારે ખીસામાં નથી. તે છતાં તમારી વાત લગભગ ખરી માનું છું. તમારી મરજી હેાય તેા હું એમ કરવાને તૈયાર છું કે તમે કાલે મારી ઓફિસમાં આવજો....”

“ તમે ધારેા છેા કે હું ચેાર છું,” તે બેાલી ઉઠયેા “ તમે પેાલીસને બેાલાવશેા. હું આવા ફંદમાં પડવાને માટે આવવાનેા નથી.”

“ ગમે તેમ કહેા પણ મને તેા તમારી ઉપર વિશ્વાસ ઉત્પન્ન થયેા છે. આ મારૂં સરનામું છે તે તેા લેા. તમારી

મરજીમાં આવે તે દિવસે તમારી મરજીમાં આવે તે સમયે આવજો."

તેણે મારૂં કાર્ડ લીધું. અને મારૂં નામ બરોબર તપાસ્યું.

મેં કહ્યું, "તેની ઉપર વિશ્વાસ રાખીને જરૂર આવજો."

તે ધીરેથી માથું હલાવતો બોલ્યો; "તમે મને આજે એક રૂપીઓ આપ્યો છે, તે તમને કેટલાએક દિવસ પછી એટલા બધા વ્યાજ સાથે પાછો આપીશ, કે તમે જરૂર આશ્ચર્ય પામશો. ગમે તેમ થાય તો પણ મારી આ ખાનગી વાત કોઇને કહેશો નહિ.... તમે મારી પાછળ આવશો નહિ."

તે રસ્તો ઓળંગીને અંધારામાં ગુમ થઇ ગયો. આ પછી મેં તે મનુષ્યને જોયો નથી.

કેટલાએક વખત પછી મને તેની તરફથી બે પત્ર મળ્યા હતા. તેમાં તેણે અમુક ઠેકાણે નોટો–ચેક નહિ મોકલવાનું લખ્યું હતું. આ બાબત ઉપર મેં વિચાર કરીને સૌથી વધારે ડહાપણ વાળો રસ્તો લીધો. એક દિવસ હું બહાર ગયો હતો તે વખતે તે મારે ઘેર આવ્યો હતો. મારા બાળકના કહેવા પ્રમાણે તે માણસ ઘણો પાતળો, ગંદો અને ચીંથરેહાલ હતો, અને ઘણીજ સખત ઉધરસ ખાતો હતો; તે કાંઇ પણ સંદેશો મૂકયા વિના ચાલી ગયો. મારી વાર્તાના સંબંધમાં આ છેલ્લું દર્શન હતું.

હું હજુ પણ વિચાર કરૂં છું કે એનું શું થયું હશે. તે કોઇ ગાંડો થએલો વિદ્વાન અને બુદ્ધિમાન મનુષ્ય હશે, અથવા ખોટા હીરા વેચનાર હશે, અથવા તેણે ખરેખરા હીરા બનાવ્યાજ હશે? આ ત્રણેમાંથી છેલ્લી બીના મને એટલી બધી ખરી અને સંભવિત લાગે છે, કે મેં

જીંદગીની એક મોટામાં મોટી તક ગુમાવી એવો વિચાર મને ઘણીવાર આવે છે. તે ઘણું કરીને મરી ગયો હશે, અને તેના હીરા કંઇક ખુણામાં પડી રહ્યા હશે. હજુ પણ મારાથી ભુલાતું નથી, કે તેમાંનો એક મારા અંગુઠા જેટલો મોટો હતો. કદાચિત તે હજુ પણ તેના હીરા વેચવાને ભમતો હશે; એમ પણ બની શકે કે તે એકદમ દેખાઇને, ધનવાન અને આબરૂવાળા શેઠીઆઓની પવિત્ર મોટાઇનો લાભ લઇને પોતે સારી સ્થિતિ પ્રાપ્ત કરીને મારી અસાહસિકતા માટે કોઇ દિવસ ઠપકો આપશે. કેટલીએક વખતે મને વિચાર થાય છે, કે મારે ઓછામાં ઓછા સો રૂપીઆનું તો જોખમ ખેડવું જોઇતું હતું.

આ ટુંકી વાર્તા વિજ્ઞાન, નવલકથા, અને સામાજીક વિષયોમાં કીર્તિ સંપાદન કરનાર પ્રસિધ્ધ લેખક મી૦ એચ. જી. વેલ્સના એક પુસ્તકમાંથી ઉતારવામાં આવી છે. અને પ્રથમ "સાહિત્ય"માં મે સને ૧૯૧૪માં પ્રસિદ્ધ થઇ હતી.

હીરા.

હીરા એ આ પૃથ્વી ઉપરની ઘણીજ કીમતી વસ્તુમાંની એક છે. તેની કિંમત આટલી બધી અંકાવાનું કારણ તેના રૂપ અને તેજ ઉપરાંત, તેની અછત છે. હીરા મોટી સંખ્યામાં અને વધારે જગ્યાએથી મળી આવતા હોય અથવા બની શકતા હોય તો તેની કિંમત ઘટ્યા વગર રહે નહિ. તેની કિંમતમાં બેહદ ઘટાડો ન થાય તેટલા માટે દુનિયાની હીરાની ખાણોના માલીકો દર વરસે અમુક સંખ્યા અને વજન કરતાં વધારે કિંમતના હીરા બજારમાં મૂકવા નહિ એવો સંપ કરે છે. ધનવાન પુરુષો અને આભૂષણપ્રિય સ્ત્રીઓને હીરા સંબંધી વાત કરતાં જે આનંદ (અને કોઈવાર ઇર્ષા) થાય છે તેના કરતાં સત્યશોધક બુદ્ધિના વિજ્ઞાનના અભ્યાસકો આ વિષયમાંથી જુદાજ પ્રકારનો આનંદ મેળવે છે. આજે આપણે હીરાને વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિથી તપાસીશું.

પ્રાચીન હિંદના હીરા.—ઘણાજ પ્રાચીન સમયથી હિંદના હીરાઓ ઉંચું સ્થાન ભોગવે છે. ‘ કોહીનુર ’ “ ઓર્લોફ, ” “ રીજંટ, ” “ પિટ ” વગેરે હીરાઓ હિંદની ભૂમિમાંથી નીકળેલા છે. તેમાંથી કોહીનુર માટે એમ કહે-

વાય છે. કે તે હીરો મહાભારતના સમયમાં દાનવીર કર્ણની પાસે હતો. હીરાની કીર્તિ અને લોભને લીધે યુરોપના ઘણા વેપારીઓ હિંદુસ્તાન સુધી ઘણી અગવડો વેઠીને આવતા પ્રખ્યાત મુસાફર ટ્રેવર્નીઅર એક ઝવેરી હતો. તેણે ગોવલકોંડાની પાસેની હીરાની ખાણો ઉપર ૬૦૦૦૦ માણસોને કામ કરતાં જોયાં હતાં. પરંતુ આ અને આવી બીજી ખાણો ખાલી થઈ જવાથી હીરાના વ્યાપાર વિષે હિંદની પ્રાચીન કીર્તિ નષ્ટ થઇ ગઇ છે અને હાલમાં હિંદમાંથી હીરાની ઉપજ નજીવી છે. સર્વથી વધારે હીરાની ઉપજ કરવાનું માન અત્યારે દક્ષિણ આફ્રિકા (ટ્રાન્સવાલ) અને દક્ષિણ અમેરિકા (બ્રૅઝિલ) ભોગવે છે.

હીરાનું રસાયણ.—હીરા એ ખનીજ પદાર્થ છે. ખાણોમાંથી નીકળતા બેડોળ કાચના કકડા જેવા એ લાગે છે. પરંતુ સાફ કરીને પ્હેલ પાડ્યા પછી તેમનું તેજ ઘણું વધે છે. હીરાની ઉત્પત્તિ સાથે ખનીજ કોલસાનો ઘાડો સંબંધ છે. એ બધી વાતો ઘણાના જાણવામાં છે; પરંતુ હીરા અને કોયલા એકજ રાસાયનિક તત્ત્વ–કાર્બનનાં બે જુદાં જુદાં રૂપ છે; એ કેવી રીતે સિદ્ધ કરવામાં આવ્યું છે અને તેને માટે પ્રયોગ કરવામાં અને વિચારની પ્રણાલિકા બાંધવામાં કેટલી સંભાળ લેવામાં આવી હતી તે જાણવું અગત્યનું છે, કારણ કે તેથી વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ વિષે આપણને જ્ઞાન મળે છે.

પૃથ્વીની સપાટી ઉપર નવા થર બંધાતી વખતે ઝાડોનાં જંગલો અને જંગલો દબાઇ જવાથી અને તે દબાએલી સ્થિતિમાં કરોડો વર્ષો સુધી રહેવાથી ઝાડમાંથી ખનીજ કોલસો બને છે. આને વધારે સમય અને વધારે દબાણ મળવાથી અંદરનાં વાયુમય દ્રવ્યો ઉડી જવાથી

તેમાંથી કાર્બનનું ગ્રેફાઇટ નામનું સ્ફટિક* રૂપ પ્રાપ્ત થાય છે. આ ગ્રેફાઈટ ખાસ કરીને પેન્સીલ બનાવવાના કામમાં આવે છે અને ત્રાવણકોર રાજ્યમાં તેની ખાણો છે. આ ગ્રેફાઇટનું પણ બેહદ તાપ અને દબાણની અસરથી રૂપાંતર થવાથી શુદ્ધ પારદર્શક સ્ફાટિક રૂપમાં હીરા બને છે. આ સર્વ હકીકત ઘણા સમયથી જાણવામાં આવેલી છે. પરંતુ આ હીરા તે કાર્બનનું રૂપ છે એમ ચોકસ સાબીત કરવાનું માન સર હમ્ફ્રે ડેવીને ઘટે છે; ઇ. સ. ૧૮૧૪માં તેણે આ સંબંધી પોતાના અને બીજાઓના પ્રયોગો વિષે રોયલ સોસાયટીમાં એક નિબંધ વાંચ્યો હતો. આ નિબંધ અત્યારે પણ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિના નિરૂપણ તરીકે વાંચવા અને મનન કરવા યોગ્ય છે.

ડેવીના પહેલાં લવાઝીએર નામના એક ફ્રેંચ રસાયન શાસ્ત્રીએ હીરાને કોયલાની માફક બાળી શકાય છે, તે

*સાધારણ ગુજરાતીમાં સ્ફટિક શબ્દ પારદર્શક વસ્તુઓને માટે વાપરવામાં આવે છે, પરંતુ બધી પારદર્શક વસ્તુઓ સ્ફટિક–ક્રિસ્ટલ–હોઇ શકતી નથી. કાચ પારદર્શક હોવા છતાં સ્ફટિક ન કહી શકાય. પરંતુ ગ્રેફાઇટ અને આરસપહાણ તેમજ ફટકડી, મીઠું, મોરથુથુ વગેરે પદાર્થો પારદર્શક ન હોવા છતાં સ્ફટિક–હોય છે: કારણ કે તેમના રજકણો અને પરમાણુઓ નિયમિત દિશાઓમાં ગોઠવાએલા હોવાથી તેમનાં રૂપ અને આકાર નિર્ણીત હોય છે, અને તેથી તેવી સ્ફાટિક વસ્તુઓને ખાંડીને બારીક ભુકી કરવામાં આવે તો પણ આ ભુકીમાં તેના ઝીણા સ્ફાટિક રજકણો–રવા–ચળકવાથી જુદા પડશે. નાનાં રજકણો પણ સ્ફાટિક એટલી સંભાળથી જાળવી રાખે છે કે સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની મદદથી આ રજકણો કઇ વસ્તુના છે તેનો નિર્ણય કરી શકાય છે.

પ્રયોગ પેરીસના ઝવેરીઓની મદદથી કર્યો હતો, પરંતુ તે વખતે શક રહેતો હતો કે, હીરામાં હાઇડ્રોજનનો ભાગ હોય છે અને આ હાઇડ્રોજનને લીધે હીરાના રંગ અને તેજમાં ફેર હોય છે. આ ભ્રાંતિ દૂર કરવાને અને ખરૂં સત્ય શોધી કાઢવાને ડેવીને ઘણા પ્રયોગો કરવા પડયા હતા. હીરામાં જો હાઇડ્રોજન હોય તો શુદ્ધ ઓકિસજનમાં બાળતી વખતે પાણી ઉત્પન્ન થવું જોઇએ. આ પાણી ઉત્પન્ન થાય છે કે નહિ તે જોવાને માટે જે વાસણમાં પ્રયોગ કરવામાં આવે તેમાંથી પહેલાં તો બધું પાણી* કહાડી નાંખવું જોઇએ.

*આપણી હાઇસ્કુલો અને કોલેજોમાં "હાઇડ્રોજન વાયુ હવામાં બળવાથી પાણી થાય છે" એ પ્રયોગ ઘણીજ અયોગ્ય રીતે બતાવવામાં આવે છે. જસત અને પાણીવાળા એસીડના સંગમથી હાઇડ્રોજન વાયુ ઉત્પન્ન કરીને તે વાયુને બાળવાથી પાણી થાય છે એમ છોકરાંઓને કહેવામાં આવે છે. આ બળતા વાયુની જ્યોતની નજીકમાં પાણી થાય છે અને તે વરાળને પાણીના રૂપમાં ભેગી કરી શકાય છે તે વાત ખરી છે, પરંતુ આ પાણી કયાંથી આવે છે તે સંબંધી સંપૂર્ણ વિચાર કરવાનો વખત અથવા સગવડ અપાતી નથી. જે પાણીવાળા વાસણમાંથી હાઇડ્રોજન વાયુ નીકળીને આવે છે તે વાસણમાંથી જ પાણી વરાળ રૂપે ભેગું થઇ શકે તે વાત ભૂલી જવાય છે. આ પ્રયોગ કરવાનો ખરો રસ્તો તો એ છે કે બળતાં પહેલાં હાઇડ્રોજન વાયુમાંથી ભિનાશ કાઢી લેવી જોઇએ. કે પાણી અને ભેજ વગરના સુક્કા હાઇડ્રોજન વાયુને બાળવાથી પાણી બને છે. પાણી નવુંજ બને છે, એ સિદ્ધ કરવાને માટે પ્રયોગ પહેલાં પાણી ન હતું તેની સંપૂર્ણ ખાત્રી કરવી જોઇએ. પહેલાં તો એ બનાવવાની જરૂર છે કે સુકા વાયુની નજીકમાં પાણી જમા થતું નથી અને પછી એમ બતાવવું જોઇએ કે બળતા વાયુની જ્યોતની પાસે પાણીના ટીપાં ભેગા થાય છે.

ડેવીએ એક કાચના વાસણમાં શુદ્ધ અને સુકો ઓક્સિજન વાયુ અને સાધારણ પીળા રંગનાં હીરાને મૂકયા પછી એક મોટા લેન્સ (આ કાચથી અક્ષર મોટા દેખાય છે અને રૂ બાળી શકાય છે) ની મદદથી સૂર્યના પ્રકાશને (કેન્દ્રિત) એકઠો કરીને આ હીરાને સળગાવ્યો. હીરો ઘણાજ પ્રકાશથી બળ્યો અને તેમાંથી બનેલા નવા દ્રવ્યોની તપાસ કરતાં પાણીનો અંશ પણ ન મળ્યો, અને શુદ્ધ કાર્બોનિક એસીડ વાયુ પ્રાપ્ત થયો. આ વાયુ ફેફસામાંથી નીકળે છે અને કોયલા બળવાથી થાય છે તથા સોડાવોટર બનાવવાના કામમાં આવે છે. તેની પરીક્ષા કરવા માટે ચુનાનું પાણી વપરાય છે. શુદ્ધ પારદર્શક ચુનાનું પાણી આ વાયુની હાજરીથી દૂધ જેવું થઈ જાય છે; અને વધારે વખત રહેવાથી આ દૂધ જેવો પદાર્થ ઘાડો થઈ જાય છે અને તેને જુદો પાડવાથી તેમાંથી ચાક અથવા ખડી બને છે. ડેવીએ આ વસ્તુ બનાવીને સંતોષ ન પકડતાં તે વસ્તુમાંથી પાછો કાર્બન મેળવવાનો પ્રયત્ન કર્યો. આ ખડી અથવા ચાકને પોટાસીઅમ નામની અતિ તીવ્ર ધાતુનાં સંયોગમાં લાવવાથી કાર્બન નાના કાળા રજકણોનાં રૂપમાં જુદો પડે છે. આ પ્રમાણે ડેવીએ હીરાને બાળીને તેમાંથી બનતા પદાર્થોમાંથી પાછો કાર્બનના રુપમાં આણ્યો; આ બંનેનું વજન સરખું હોવાથી હીરા એ કાર્બનનું રુપ છે એમ સચોટ રીતે સિદ્ધ કર્યું. વળી હીરાને હવા વગરના વાસણમાં ઓછા દબાણમાં ગરમ કરવામાં આવે તો તેમાંથી કાળો પેન્સીલ બનાવવામાં વપરાતો ગ્રેફાઇટ (પ્લંબેગો) બને છે. હીરો, ગ્રેફાઈટ, મેશ અને કોયલા રસાયણિક દૃષ્ટિએ એકજ તત્વનાં જુદા જુદા રૂપ છે; અને એ સઘળાને

બાળવાથી કાર્બોનિક વાયુ નામનો એક એ જાતનો પદાર્થ બને છે.

હીરાની ઉત્પત્તિ.—હીરો એ શું પદાર્થ છે તે જોયા પછી હીરા પૃથ્વીમાં શી રીતે મળી આવે છે અને તેવા બનાવી શકાય કે નહિ તે સંબંધી જીજ્ઞાસા થયા વિના રહેતી નથી. દુનિઆના જુદા જુદા ભાગોમાં મળી આવતી હીરાની ખાણોની શિલાઓ* અને થરોની તપાસ કરતાં એમ જણાયું કે ઘણેખરે ઠેકાણે આ હીરાઓ સ્ફાટિક શિલાઓમાંથી ધોવાઈને બનેલી માટીવાળી જમીન (પુલિનમય-(Alluvial) માંથી મળી આવે છે; આ સિવાય દક્ષિણ આફ્રિકામાં જ્વાળામુખી પર્વતોમાંથી બનેલા પત્થરોની સોબતમાં મળી આવે છે. આ બનવાનું કારણ એમ હોઇ શકે કે જ્વાળામુખી પર્વતોના મુખમાંથી નીકળતા પત્થરો ઠંડા પડતાં તેમાં રહેલું 'કાર્બન' હીરાના રૂપમાં છુટું

* પૃથ્વી ઉપર મળી આવતી શિલાઓના બે મુખ્ય વિભાગ પાડી શકાય. એક તો પ્રથમ પ્રવાહી હાલતમાંથી સંગીન બનેલી સ્ફાટિક શિલાઓ (Crystalline Rocks) જેવી કે ગ્રેનાઇટ. આ શિલાઓ ઘણી પ્રાચીન હોય છે. હવા અને વરસાદની અસરથી તે ધોવાઇ જાય છે અને નદી નાળાં વડે રેતી અને કાદવના રૂપમાં બદલાઇને આખરે થર બનીને સ્લેટ, રેતપત્થર (પોરબંદર) વગેરે જાતના પાણીની મદદથી બનેલી શીલાઓ (Aqueous Rocks) થાય છે. અને પહેલી જાતની શિલાઓ બંધાતી વખતે તેમનામાં હીરાના પારદર્શક સ્ફાટિક બાઝે છે અને તે શિલાઓ ધોવાઇ જવાથી આ હીરાઓ છુટા પડે છે, અને તેની ખાણોમાંથી બહાર કાઢી શકાય છે.

પડતું હોય. હવે આ 'કાર્બન' (કોલસા અને હીરામાં રહેલુ રાસાયનિક તત્ત્વ) આ શિલાઓમાં શી રીતે આવતું હશે? પૃથ્વીની અંદરના ભાગોમાં "કાર્બન" છુટા તત્વ તરીકે ભાગ્યે જોવામાં આવે છે; પરંતુ પ્રાણીઓના અને વનસ્પતિના અંશો કોઈ વખતે દટાઇ જવાથી આ અંદરની ગરમી, દબાણ, વગેરેની અસરથી કોલસા બને છે; કેટલીએક વખતે તેમાંથી હાયડ્રોકાર્બન જાતના પેટ્રોલ, કેરોસીન, વેસલીન જેવાં દ્રવ્યો બને છે. આ બધાં રુપો હાલમાં પણ જોવામાં આવે છે; કોઇ વખતે પૃથ્વીની અંદરના ઉષ્ણ ભાગોમાં આ પદાર્થો છુટા પાડીને કાર્બનના તત્ત્વના રુપમાં મળી આવે અને અંદરના બેહદ દબાણ અને ઉષ્ણુતાની અસરથી પ્રવાહી રૂપ પકડે; આ રૂપમાં બીજી શિલાઓ અને પત્થરોના પ્રવાહી રૂપની સાથે ઓગળી જઇને એકરસ બને એ સ્વાભાવિક છે. આ કાર્બનનું ઓગળેલું રૂપ ખાંડને પાણીમાં ઓગાળવાથી બનેલી ચાસણીની સાથે સરખાવી શકાય; જેવી રીતે આ ચાસણીને ધીમે ધીમે માટીના વાસણમાં ઠંડી પાડવાથી સાકરના સ્ફટિક (Crystal) છુટા પડે છે તેવી રીતે અત્યંત ગરમી અને દબાણથી પ્રવાહી બનેલી શિલાઓમાં ઓગળેલું કાર્બન છુટું પાડતાં અને સ્ફટિકના રૂપમાં હીરા બને છે. પુલિનમય (Alluvial) માટીવાળી જમીનમાંથી અને જ્વાળામુખી પર્વતોમાંથી બનેલી શિલાઓમાંથી મળી આવતા હીરાના ભૌતિક૦ અને બીજા ગુણો સરખા હોય છે તેથી આ બંને રીતે મળી આવતા હીરાઓ એકજ રીતે બનતા હશે. એકંદર રીતે કુદરતમાં હીરા આ પ્રમાણે બને છે એ કલ્પના (Theory) હીરાની નીપજ અને તેના ગુણો સંબંધી આપણા જ્ઞાનની સાથે બંધ બેસે

છે. પરંતુ કોઇ પણ સિદ્ધાંત સ્વીકારતાં પહેલા તેને પ્રયોગથી સિદ્ધ કરી શકાય છે કે નહિ તે તપાસવાની વિજ્ઞાનની પદ્ધતિ છે.

બનાવટી હીરા—ઉપરની પદ્ધતિ પ્રમાણે આ દિશામાં ઘણા પ્રયોગો કરવામાં આવ્યા છે. જેવી રીતે પૃથ્વીમાં પ્રવાહી બનેલી શિલાઓમાં ઓગળેલું કાર્બન થંડું પડતાં હીરાના રૂપમાં છુટું પડે છે તેવી રીતે તેનું અનુકરણ કરવાથી હીરા બને છે કે નહિ તે જોવાને માટે પ્રો. મ્વાસાં (Moisson) નામના ફ્રેંચ વિજ્ઞાનશાસ્ત્રીએ ઘણી જાતના પ્રયોગો ઇ. સ. ૧૮૯૩માં કર્યા હતા. આ પ્રયોગોને લીધે એટલું પણ સિદ્ધ થયું છે કે હીરાઓ પ્રયોગશાળામાં બનાવી શકાય છે. પરંતુ તે હીરાઓ રજકણો જેટલા નાના હોવાથી તેમની કિંમત બહુ ગણાતી નથી. તે છતાં વિજ્ઞાનના વિકાસની સાથે આ હીરાઓ બનાવટી માણેક અને નીલમની માફક મોટા જથામાં અને મોટા કદના બનાવવામાં આવે તે અસંભવિત નથી. પ્રો. મ્વાસાંના પ્રયોગોમાં નીચેની રીત વાપરવામાં આવી હતીઃ—કાર્બનના શુદ્ધ રૂપને બદલે ગ્રેફાઈટ લેવામાં આવ્યું હતું; તેને ઓગાળનાર દ્રવ્ય (Flux) તરીકે લોખંડ લઇને તે બંને પદાર્થોને પ્રો. મ્વાસાંની પોતાની શોધની પ્રચંડ ભઠ્ઠીઓમાં ગરમ કરવામાં આવ્યા હતા; લોખંડ અને કાર્બનનું એકરસ થઈને દ્રવણ (solution) થયા પછી તેને એકદમ ઠંડું પાડવામાં આવતાં તેમાંથી કાર્બન સ્ફટિકની રજકણોના રૂપમાં છુટું પડયું હતું. આ રજકણોની ઘનતા અને કઠિનતા, સ્ફટિકના રૂપ અને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર નીચેના દેખાવ, વગેરે ભૌતિક ગુણો, અને તેના રાસાયનિક ગુણો હીરાના જેવા હોવાથી અને તેને બાળવાથી કાર્બોનિક વાયુ બનતો

હોવાથી આ હીરાનાંજ રજકણો છે એમ સિદ્ધ કરવામાં આવ્યું હતું. આ હીરો જો મોટા કદમાં બનાવવામાં આવે તો અસલી હીરા કરતાં કાંઇ પણ જુદો ન પડે. બનાવટી મોતી અસલ કુદરતી મોતી કરતાં જુદાજ હોય છે; પણ જેમ રાસાયનિક પદ્ધતિથી બનાવવામાં આવતાં માણેક કુદરતી માણેકનાં જેવાંજ હોય છે તેવીજ રીતે આ રાસાયનિક હીરા અને કુદરતી હીરાના ગુણમાં કદ સિવાય ફેર હોતો નથી. પરંતુ થોડા વર્ષ પહેલાં મુંબઇમાં વેચાતા "ટેટના હીરા" કોઇપણ દૃષ્ટિએ હીરા નહિ પરંતુ કાચનાજ કકડાજ હતા.

હીરાના ગુણો—કાચના ગુણો અને હીરાના ગુણોમાં ઘણો ફેર હોય છે. હીરાને બહુજ ગરમ કરવામાં આવે તો તે બળીને ખાખ નહિ પણ વાયુરૂપ થઇ જાય છે; કાચને ખૂબ તપાવવામાં આવે તો તે ઓગળીને પ્રવાહીરૂપ બની જશે. તેથી આગમાં હીરાનાં ઘરેણાંનો સંપૂર્ણ નાશ થઇ જાય છે, પરંતુ સોનાના અથવા કાચના પદાર્થો ઓગળીને બેડોળ ઘાટમાં પણ હાથમાં આવે છે. હીરા એ સર્વથી સખ્તમાં સખ્ત વસ્તુ ગણાય છે અને પોલાદને પણ કાપી શકે છે. હીરાથી કાચ કપાય છે. અને તેથી હીરાકણી કાચ કાપવામાં વપરાય છે. લોખંડથી અથવા કાનસથી હીરાની ઉપર કાપો પડી શકતો નથી, પરન્તુ કાચ ઉપર જલદીથી લીસોટા થાય છે. હીરા ઝેરી નથી હોતા; હીરા *. ચૂસવાથી માણસ

---

* હીરા એટલી સખત વસ્તુ છે કે શરીરમાં જતાં અંદરની ચામડી કપાઇ જાય છે અને તેથી મૃત્યુ થાય છે. કાચનો ભૂકો પણ આવી રીતે કાતીલ ઝેરનું કામ કરે છે તેથી હીરો પણ ઝેરી ગણાય છે.

મરી જાય છે એ ભ્રાંતિ છે. કાચ કરતાં વધારે સખ્ત, હીરા કરતાં ઓછી સખ્ત વસ્તુમાં બીલોર (Quartz) છે. તેના સ્ફટિક મોટાં થાય છે. તેમાંથી 'પેબલ' નાં ચશ્મા બને છે અને મદ્રાસ તરફ વપરાતા પોખરાજ (પુષ્પરાગ) નાં ઘરેણાં પણ તેમાંથી બને છે. હીરાનું તેજ તેની અંદરના બંધારણને લીધે છે તે છતાં પણ તેને પેલ પાડ-વાની સફાઇ અને કારીગરીથી તેનું તેજ વધે છે. હીરાની પ્રકાશનું . પ્રત્યાવર્તન કરવાની (Refraction of light) અદ્દભુત શક્તિને લીધેજ તેનું તેજ આટલું બધું છે.

અમુક જાતના ધ્રુવીભૂત પ્રકાશ (Polarised light)ની પ્રત્યાવર્તન કરવાની શક્તિ ચીનાઈ માટી (પોર્સલેન)માં હીરા કરતાં પણ વધારે છે એમ સર જગદીશચંદ્ર બોઝે પોતાના એક ભાષણમાં બતાવ્યું હતું. આથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે આપણા સૂર્યનો પ્રકાશ કોઇ કારણથી બદલાઈ જાય અને ધ્રુવીભૂત થાય તો હીરા કરતાં ચીનાઇ માટીનું તેજ વધે અને પૃથ્વી ઉપરની સુંદરીઓના આભૂષણોમાં હીરાને બદલે ચીનાઇ માટી વપરાય !!

ઊંઘ.*

સૃષ્ટિમાં ઊંઘનું સ્થાન—નામ તેનેા નાશ છે અને જીવન માત્રનેા અંત મૃત્યુ છે. તેવીજ રીતે ઊંઘ એ જીવતા પ્રાણીઓની વિશ્વવ્યાપી ઘટના છે "કામ પછી આરામ" એ કુદરતનું એક અગત્યનું સૂત્ર છે, અને તે સૂત્ર દરેક પ્રાણીને અને પ્રાણીના દરેક અવયવને પણ પાળવું પડે છે. કેાઈપણ પ્રકારનું કામ કરવામાં શરીરના સ્નાયુ અને અવ-

---

* "ઊંઘ" એ વિષય ઉપર ગુજરાતીમાં કવિતા સિવાય બીજું કંઇ લખાએલું જોવામાં આવતું નથી. ડૉકટરો આ સંબંધી કંઇ જાણતા હશે, પરંતુ ધંધાદારીની ખાનગી વાતેા સંબંધી લખવાને તેમને અવકાશ હેાઇ શકે નહિ. સાધારણ મનુષ્યની જીંદગીનેા ત્રીજો ભાગ ઉંઘમાંજ જાય છે. આ ઊંઘ સંબંધી વિજ્ઞાન શું કહે છે, તે તપાસવાનેા આ લેખનેા હેતુ છે. સાયકલેાપીડીઆ બ્રિટાનીકામાંનેા લેખ અને સર રે લૅન્કેસ્ટરનું "આરામ ખુરસીમાંથી વિજ્ઞાન" એ પુસ્તકેામાંના લેખનેા ઉપયેાગ કર્યો છે. મીસ માનાસેઇન નામની રશિઅન બાઇએ આ વિષય ઉપર ૧૮૯૭માં રસિક પુસ્તક લખ્યું છે, અને ડૉકટર વૉલ્શે પણ થેાડા સમય પહેલાં આ વિષયને રસિક બનાવ્યેા છે.

યવેાના દ્રવ્યેાનેા વ્યય થાય છે; પછી આ કામ ચાલવા દેાડવાનું હેાય અથવા વાંચવા લખવાનું હેાય. આ વ્યયથી શરીરમાં પડતેા ખાડેા પુરેા કરવાને આરામ અને ખેારાકની જરૂર છે. શરીરને ખેારાક મળવાથી લેાહી વધે અને શરીરને પુષ્ટિ મળે, પરંતુ જ્યાં સુધી જ્ઞાનેંદ્રિયેાને અને જ્ઞાનતંતુએાને જોઇતેા આરામ ન મળે ત્યાંસુધી શરીરની સંપૂર્ણ સ્વસ્થતા પ્રાપ્ત થતી નથી. ઊંઘમાં શરીરની રેાજની પ્રવૃત્તિ મંદ પડે છે, અને જ્ઞાનતંતુએા શિથિલ થવાથી જ્ઞાનેંદ્રિયેા અને કર્મેદ્રિયેા પેાતાનું કામ કરતા અટકે છે, આ શિથિલતાના સમયમાં જાગ્રત અવસ્થાના વ્યાપારથી થાકેલા મગજ અને જ્ઞાનતંતુએાની પાસે એકઠા થએલા નકામા દ્રવ્યેાને દૂર કરવાને, અને મગજના ઉપયેાગી દ્રવ્યેાની વાસ્તવિક શક્તિ ફરીથી પ્રાપ્ત કરવાના પ્રયત્નેા થાય છે. આ દૃષ્ટિએ ઊંઘ એટલે કે થાકેલા શરીર અને મગજને નવું બળ ફરીથી પ્રાપ્ત કરાવનારી શાંતિમય નૈસર્ગિક સ્થિતિ—એ પ્રાણીમાત્રમાં, વનસ્પતિમાં તેમજ ધાતુએા અને ખનીજ પદાર્થોમાં જોવામાં આવે છે. સર જગદીશચંદ્ર બેાઝે સિદ્ધ કર્યું છે, કે પ્રાણીએા અને વનસ્પતિએાનાં જીવન ઘણી રીતે મળતાં આવે છે, તે પ્રમાણે કેટલીએક ખનીજ વસ્તુએા અને ધાતુએા પણ વિદ્યુત્‌ના બારીક પ્રવાહની ઉત્તેજક અસર નીચે કેટલીએક વનસ્પતિએાની માફક વર્તે છે. આ વિદ્યુત્‌ના ઉત્તેજનથી ઉત્પન્ન થતા શારીરિક વ્યાપારેાથી ધાતુએા પણ પ્રાણીએાની પેઠે થાકી જાય છે અને વિદ્યુત્‌ના પ્રવાહના ઉ-તેજનના જવાબ આપી શકતી નથી. તે છતાં પ્રાણીએા અને વનસ્પતિની માફક થેાડેા સમય આરામ અથવા ઊંઘ લીધા પછી ધાતુએા પણ વિદ્યુત્‌ના

પ્રવાહના ઉત્તેજનના જવાબ આપી શકવાની શક્તિ પ્રાપ્ત કરે છે. આ પ્રમાણે સૃષ્ટિના બધા બાળકોને ઊંઘ અથવા આરામની જરૂર પડે છે.

સૂર્ય અને ઊંઘ—આ નૈસર્ગિક આરામ લેવાને માટે સૂર્યના તેજની ગેરહાજરીમાં રાત્રે સારી સગવડ મળે છે; પરંતુ આથી રાત્રિનો સમય ઊંઘને માટેજ નિર્માણ કરેલો છે, એમ કહી શકાય નહિ. કારણકે સમુદ્રનું ઉંડાણ ઘણે ઠેકાણે પાંચ માઈલ જેટલું છે અને સમુદ્રમાં એવાં ઘણાં મોટા ભાગો છે કે જ્યાં સૂર્યનું તેજ પહોંચી શકતું નથી. તેમ છતાં આવા અંધકારમય અને ઠંડા પ્રદેશમાં રહેનારાં માછલી વગેરે જળચર પ્રાણીઓ પોતાનું જીવનક્રમ અંધારામાં પણ સૂર્યની મદદ વિના ચલાવી શકે છે. તેથી ઉલટું સૂર્યના પ્રકાશના પ્રેમી વનસ્પતિ અને વૃક્ષો દિવસના પોતાનું કાર્ય કર્યા પછી રાત્રે પોતાનો સમય આળસમાં ગુમાવતા નથી પણ બીજા પ્રકારની પ્રવૃત્તિ સૂર્યની ગેરહાજરીમાં ચાલુ રાખે છે. દિવસમાં વનસ્પતિઓ પોતાનો ખોરાક સૂર્યની મદદથી લે છે, પણ રાત્રે પોતાના વિકાસ અને વૃદ્ધિને માટે બીજા પ્રકારની પ્રવૃત્તિ શોધે છે. સૃષ્ટિમાં સઘળા પ્રાણીઓનો ખોરાક છેવટે વનસ્પતિઓમાંથી આવે છે, અને તે ખોરાક તૈયાર કરવામાં વનસ્પતિઓને રાત્રિદિવસ 'કામ કરવું પડે છે. તેઓ હવામાં રહેલા કાર્બોનિક વાયુ અને પાણીના તત્ત્વોમાંથી સૂર્યના તેજની અને 'પાંદડાંના લીલા રંગની મદદથી પોતાના ઉપયોગને માટે સ્ટાર્ચ અને મીઠાશવાળા પદાર્થો બનાવીને સંઘરી મૂકે છે. કેટલીએક વનસ્પતિમાં આ મીઠાશવાળો સ્ટાર્ચનો પદાર્થ એટલો બધો તૈયાર થાય છે કે તેમના પોતાનાં કામમાં ઉપયોગ કરવા ઉપરાંત કંદ-

મૂળ અથવા ફળોના બંધારણ અને વૃદ્ધિમાં વપરાય છે, અને આ વસ્તુઓ મનુષ્ય અને અન્ય પ્રાણીઓના ખોરાક તરીકે કામમાં આવે છે. સૂર્યના તેજ વિના આ ખોરાક બનાવવાનું કામ બંધ પડે છે. પરંતુ રાત્રે આ ખોરાકનો પદાર્થ ઝાડના થડમાં રસ મારફત પથરાઇ જાય છે, અને મૂળ બંધારણના કોષો (Cells)ના કામમાં મદદ કરે છે આ કોષોમાં દરેકમાંથી એકના બે થાય છે. અને બેમાંથી ચાર થાય છે, એવી રીતે તેમની સંખ્યામાં વધારો થવાથી ઝાડની વૃદ્ધિ અને વિકાસમાં, તેના કદમાં તેમજ ડાળી ડાંખળાં, પુલ અને ફળ બનાવવામાં મદદ મળે છે. વૃક્ષો દિવસના કાર્બોનિક વાયુ શોષી લે છે. પરંતુ રાત્રિની તેમની પ્રવૃત્તિ જુદા પ્રકારની હોવાથી તેઓ કાર્બોનિક વાયુ બહાર કાઢે છે, અને તેથી રાત્રે ઝાડ નીચેની હવા નુકસાનકારક ગણાય છે. ઝાડની માફક ઘણાં પ્રાણીઓ પણ રાત્રિનો સમય આરામ અને આળસમાં ગુમાવતાં નથી. પરંતુ નવું બળ મેળવી પોતપોતાની વૃદ્ધિ અને ઉત્ક્રાંતિ માટે આવશ્યક લાભો મેળવવાને શોધે છે. સૂર્યનું તેજ ઘણા પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિને પોતાની પ્રવૃત્તિ માટે આવશ્યક છે તેટલા અંશેજ સૂર્ય સૃષ્ટિજીવનનો નિયામક અને રાજા ગણાય; પરંતુ એવા બંધારણ વાળા ઘણા પ્રાણીઓ છે કે જેઓ પોતાની પ્રવૃત્તિ રાત્રેજ ચાલુ રાખે છે અને દિવસે ઊંઘે છે.

રાત્રિ અને ઊંઘ—સૂર્યાસ્ત થયા પછી રાત્રે જે શાંતિ અને સૂનકાર લાગે છે. તે સમયે બધા પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ ઊંઘે છે, એમ કહી શકાય નહિ. ઘણા વેલાઓ અને રોપાઓના ફૂલ સાંજ પડતાં બીડાઇ જાય છે, અને પાંદડાં તેમજ ફૂલ લબડતાં જોવામાં આવે છે. આ કંઇ

મનુષ્યની ઊંઘની માફક આરામ લેવાને અથવા નવું બળ પ્રાપ્ત કરવાને માટે થતું નથી. ફૂલનાં રૂપ, રંગ, મધ અને સુગંધીનું મુખ્ય પ્રયોજન ભ્રમર પતંગીઆ વગેરે ઉડતાં-જીવડાંઓને આકર્ષીને નર અને માદા ફૂલોની રજ ભેગી લાવીને ફૂલમાંથી ફળ પેદા કરવાનું હોય છે. રાત્રિના અંધારામાં ફૂલના આ ગુણો વ્યર્થ ઉડી ન જાય તેટલા માટે ફૂલની કળીયો બંધ થઇ જાય છે; તેમજ રાતના ટાઢ અને ઝાકળમાંથી બચવાને માટે પાંદડાં અને ડાળીઓ સંકોચાઇને લબડી જાય છે. આ, દેખાવમાં થતાં ફેરફાર બહારનાજ છે. તે સિવાય વૃક્ષો અને વનસ્પતિના અંદરના રાત્રીના વ્યાપારો સંબંધી આપણે જોઇ ગયા છીએ. સૃષ્ટિના સાધારણ નિયમોને અપવાદ હોય છે; ભ્રમરો રાત્રે ફરતા બંધ થાય છે, અને તેથી ઘણા ખરા ફૂલોની કળીઓ બીડાઈ જાય છે. પરંતુ રાત્રે કેટલાએક પુદા ફરતાં હોય છે. તેમને આકર્ષીને તેમની પાસે પોતાનું કામ કરાવી લેવાની ઇચ્છાથી તમાકુના ફૂલના જેવા કેટલાએક ફૂલો રાત્રે ખીલે છે, અને ઘણીજ જલદ સુગંધી ફેલાવી પોતાનો ધર્મ બજાવવાનો પ્રયત્ન કરે છે.

મૃત્યુ અને નિદ્રા—બધા ઊંઘતા પ્રાણીઓ મનુષ્યની માફક આંખો બંધ કરીને શરીર ઢીલું અને લાંબું કરીને ઊંઘતા નથી. ઘોડા અને બતક જેવા પ્રાણીઓ ટટાર ઉભા ઉભા ઉંઘી શકે છે, અને પોતાના થાકી ગયેલા અવયવોને આરામ આપી શકે છે. પોપચા વગરની માછલીઓ આંખો બંધ કર્યા સિવાય પાણીમાં પોતાનું સમતોલપણું જાળવીને અધર રહેવા છતાં ઊંઘી શકે છે. કેટલાએક મનુષ્યો પણ આંખો ઉઘાડી રાખીને સુઇ શકે છે, કારણકે ટેવાઇ જવાથી તેજ અથવા પ્રકાશની અસર ઊંઘમાં

ખલેલ પહોંચાડી શકતી નથી. બહારની નિશાનીઓથીજ માણસ ઊંઘે છે કે નહિ તે કહેવામાં અડચણ પડે તે વાત ખરી છે; તે છતાં કવિઓ નિદ્રા અને મૃત્યુની સરખામણી કરે છે, તેમાં વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ ઘણું અસત્ય છે. સર્વ કોઇને પોતાના પ્રિય મનુષ્યો અથવા બાળકોને ઊંઘતા જોઇને તેમની આકૃતિની મૃદુતા અને સૌંદર્યમાં વધારો થતો લાગે તે સ્વાભાવિક છે; પરતું અણઘડ અને કદરૂપાં મનુષ્યોમાં પણ ઊઘતી વખતે તેમના મોંના ઘાટ, રૂપ અને રંગમાં એક પ્રકારની મોહકતા જોવામાં આવે છે. ઊંઘતા મનુષ્યોની મુખાકૃતિમાં આરામ, સંતોષ અને વિશ્વાસની છાયા તેની મોહકતામાં વધારો કરે છે; તેથી ઉલટું મૃત્યુની જડતા ભયાનક લાગ્યા વગર રહેતી નથી. ઊંઘમાં શરીરના અને માનસિક કાર્યો ધીમાં પડે છે તે છતાં હંમેશના હૃદયના ધબકારા, લોહીની ગતિ, અને શ્વાસોચ્છ્વાસ ચાલુ રહે છે. અને સ્નાયુઓ પણ ખેંચાવાને બદલે સહેજ ઢીલા થએલા (Relaxed) હોય છે; મૃત્યુમાં બધા સ્નાયુઓ સંકોચાઇ જવાથી અને શરીરમાં કોઈ પણ પ્રકારની ગતિ ન હોવાથી બધું શરીર જડ અને ભારે થઇ જાય છે. ઊંઘમાં શરીરમાંના કોઇ પણ સ્નાયુ ખેંચાઈ જતા અથવા તંગ થઈ જતા હોય તો તે આંખના પોપચાના છે; કારણ કે બહારના પ્રકાશની અસર મગજને પહોંચે નહિ માટે સાધારણ રીતે મનુષ્યની આંખ ઊંઘતી વખતે બંધ થઇ જાય છે. મનુષ્યના જુદાજુદા માનસિક વિચાર અને વિકારને લીધે જાગ્રત અવસ્થામાં તેની મુખાકૃતિમાં ફેરફાર થતો જોવામાં આવે છે. તેવીજ રીતે ઊંઘતા મનુષ્યની જુદી જુદી માનસિક સ્થિતિ અને થાકને લીધે જુદા જુદા અવયવોના સ્નાયુની શિથિલતામાં ફેરફાર થવાથી તેના રૂપ

અને આકૃતિ બદલાય છે. અને તેથીજ ઊંઘતા મનુષ્યના હાવભાવ ચિત્રમાં અથવા શિલ્પકામમાં દર્શાવવાને ઘણા ઓછા કલાકારો સફળ થાય છે.

મનુષ્યની ઊંઘ—મનુષ્યના શરીરનું બંધારણ અને આ અવયવોનો એક બીજા સાથેનો સંબંધ એ બંને એટલા બધા વિલક્ષણ અને ગહન છે, કે તેમાં કાંઈ પણ અનિયમિતતા થવાથી તેના સુખ અને સ્વાસ્થ્યનો નાશ થાય છે. આ કારણથી "ઊંઘ નથી આવતી!" એ ફરિયાદ સામાજીક શિષ્ઠતાની પ્રગતિની સાથે વધતી જાય છે. આ ફરિયાદ દૂર થઇ શકે એ અત્રે બતાવીને ડોકટરોની રોજીને હાનિ પહોંચાડવાનો ઇરાદો નથી. પરંતુ ઊંઘ સંબંધી દરેક શિક્ષિત મનુષ્યે કંઇ જાણવાની જરૂર છે. ઊંઘતા પહેલાં માણસ શું શું તૈયારી અજાણતાં કરે છે, તે બારીકાઈથી તપાસતાં તેમાંથી ઘણું જાણવાનું મળે છે. દિવસના કામના થાકથી શરીરના અવયવોના તંતુઓમાંથી ઓક્સિજન નીકળી જવાથી આરામ લેવાની નૈસર્ગિક ઇચ્છા પ્રાપ્ત થાય છે. જેવી રીતે ભૂખનું સ્થાન પેટ ગણાય છે તેવી રીતે ઊંઘની પહેલી નિશાની તરીકે મસ્તક અને ગરદનના ભાગોમાં જડતા જણાય છે, પછી બગાસાં આવવા લાગે છે. આવે પ્રસંગે આંખ કાન અથવા સ્પર્શદ્વારા મગજ ઉત્તેજીત થયા કરે અને બધા જ્ઞાન તંતુઓને પોતાનું કામ કરવું પડે તો આરામ મળવો અશકય છે. આથીજ શયનમંદિરને આરામ સ્થાન ગણીને તેની સજાવટમાં કાળજી રાખવી પડે છે. શરીરની ચામડીના જ્ઞાનતંતુઓને આરામ આપવાને માટે અનુકૂળ આસન, નરમ પથારી, અને જોઇતું ઓઢવાનું એટલાની જરૂર પડે છે. આંખના જ્ઞાનતંતુઓ ઉપર પ્રકાશની અસર ન થાય તેટલા માટે પલંગની દિશા

સંભાળીને ગોઠવવી પડે છે. કાનના જ્ઞાનતંતુઓને ખલેલ ન પહોંચે તેટલા માટે અવાજ ન આવે તેવી ગોઠવણ કરવામાં આવે છે. તે પછી શરીરના બધા અવયવોને શિથિલ કરીને મનુષ્ય લાંબો થઈને ઊંઘ મેળવવાના પ્રયત્ન કરે છે. આ વખતે ઉપરના સર્વ સાધનો છતાં મગજ અને જ્ઞાનતંતુઓની ઉપર અંકુશ રાખવાની શક્તિ ન હોય તો પથારીમાં તરફડીઆં મારવાં પડે છે. જ્ઞાનતંતુઓ ઉપર કાબુ ધરાવનાર મનુષ્ય બે ત્રણ મિનિટમાં અથવા વાત કરતાં પણ ઊંઘી શકે છે, અને શરીરને જોઈતો આરામ મરજીમાં આવે તે વખતે આપી શકે છે, બીજા કેટલાએક મનુષ્યોને મગજ ઉપર અંકુશ નહિ હોવાથી તેમનું મગજ એક સ્વતંત્ર વ્યક્તિની માફક પોતાની મરજીમાં આવે તેમ ભમ્યા કરે છે અને તેમને જોઇએ ત્યારે ઊંઘ આવતી નથી. આવી નિરંકુશિત જ્ઞાનતંતુઓની સ્થિતિનું મૂળ કારણ કેટલીએક વખત પિત્તાશયમાં અથવા પેટ અને આંતરડાના રોગને લીધે જ્ઞાનતંતુ સમુદાયમાં થતો ઉદ્વેગ (Irritation of the nervous system) હોય છે. આવે પ્રસંગે ડાક્ટરો "ક્લોરલ" અથવા "બ્રોમાઇડ" આપે તેનાં કરતાં મૂળ કારણ દૂર કરવાનો ઉપાયો યોજે તો તે વધારે લાભકર્તા નીવડે એમાં સંદેહ નથી.

ઊંઘતા મનુષ્યની ઇંદ્રિયોની સ્થિતિ—ઊંઘમાં મનુષ્યના જુદા જુદા અવયવો અને ઇંદ્રિઓની શી હાલત હોય છે તે સંબંધી પ્રયોગો અને શોધખોળ થોડા સમયથી થઈ છે. હજુપણ ઊંઘતી વખતે મગજની સ્થિતિ અને તે કેવી રીતે પ્રાપ્ત થાય છે, તેની વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ સંપૂર્ણ સમજુતી મળવાની બાકી છે. મુખ્ય વાત તો સિદ્ધજ છે કે ઊંઘમાં મગજની માનસિક પ્રવૃત્તિ ઘણી ઓછી થઇ

જાય છે અથવા તો બીલકુલ બંધ થઇ જાય છે, અને લોહી મગજમાં ફરતું ઓછું થઈ જવાથી મગજના અંદરનો રંગ ફીકો થઇ જાય છે. પરંતુ શા કારણથી લોહીની શિરાઓ સંકોચાઇ જાય છે અને કેવી રીતે લોહી ફરતું ઓછું થઇ જાય છે તેની બધી સમજુતી મળતી નથી. શરીરના સ્નાયુઓની માફક મગજના જ્ઞાનતંતુઓ પણ દિવસનાં પરિશ્રમથી એકઠાં થએલાં અશુદ્ધ અને વિષમય દ્રવ્યો દૂર ન થાય ત્યાંસુધી આરામ લે છે. ભર ઊંઘમાં પડેલા માણસના મગજને સ્પર્શની, અવાજની, અથવા રોશનીની કંઇપણ અસર થતી નથી. જો કે જાગ્રત અવસ્થામાં એટલાજ સ્પર્શ કે અવાજની અસરથી મગજના જ્ઞાનતંતુઓમાં ઘણા વિકાર થઇ જાય છે. મગજ ઉપરાંત બીજી ઇંદ્રિયો પણ ઊંઘમાં આરામ લે છે. હંમેશ ધબકારા મારતું હૃદય પણ પ્રત્યેક ધબકારાની વચ્ચે જરા અટકી જાય છે. તેને લીધે નાડી પણ ધીમી પડે છે. પાચક ઇંદ્રિય, યકૃત અને મૂત્રાશય પણ પોતાનું કામ ધીમું કરી નાંખે છે. ફેફસાંની અંદર લેવાની હવા અને બહાર નીકળતાં કાર્બોનિક વાયુ બંને ઓછા થઇ જાય છે; શરીરમાં ચાલતા રાસાયનિક વ્યવહારોની ગતિ અર્ધા કરતાં પણ વધારે મંદ થઈ જાય છે. અને તેથી શરીર પણ સહેજ ઠંડુ પડે છે. એકંદર જાગતા માણસની મગજની સ્થિતિ એવી હોય છે કે તેમાં મગજના દ્રવ્યોનું ભક્ષણ અને ભસ્મિકરણ થાય છે, તેથી ઉલટું ઊંઘતી વખતે મગજ અને શરીરની બીજી ઇંદ્રિયો અને અવયવોમાં લોહીની ગતિ એવા પ્રકારની હોય છે કે જેથી તે બધાને આરામ અને પુષ્ટિ મળે છે. આ પ્રમાણે એકંદર શરીરનો વ્યય ઓછો થવાથી થાકેલા અવયવોને

આરામ મળવાથી અને એકઠા થએલા અશુદ્ધ વિષદ્રવ્યોને દુર કરવાથી તંદુરસ્તીમાં વધારો થાય છે. અને કેટલીએક હદ સુધી ઊંઘનાર માણસ શરીર વધારી શકે છે. (He eats who sleeps) એ કહેવત પ્રમાણે ઊંઘનાર માણસને વધારે ખોરાક ખાધા જેટલો ફાયદો થાય છે. ઘણું ઊંઘનાર માણસનું શરીર જાડું અને ચરબીથી ભરેલું હોય છે. અને તેથી ઉલટું કેટલાએક ઓછું ઊંઘનાર માણસ વધારે ખાવા છતાં પણ પાતળા રહે છે, અને તે પાતળા રહેવાનું એક કારણ એ હોય છે કે તેમને જોઇએ તેટલી ઊંઘ આવતી નથી.

ઊંઘમાં સર્વ ઇંદ્રિયોને આરામ મળે છે. તેનું મુખ્ય કારણ મગજની શાંતિ છે. ઊંઘતા મનુષ્યને બહારના અવાજ, સ્પર્શ અને પ્રકાશથી ખલેલ પહોંચતી નથી કારણકે મગજને જ્ઞાન મેળવવાની શક્તિ ઓછી થઇ જાય છે. તેજ પ્રમાણે શરીરના સ્નાયુ અને અવયવો ઉપર મગજનો કાબુ ઓછો થતો જાય છે. નિદ્રાના પાશમાં સપડાએલાં મનુષ્યો કેટલીએક વાર બેઠાં બેઠાં ઊંઘવાના પ્રયત્નો કરે છે. ત્યારે તેમનું માથું એક સ્વતંત્ર અંગ તરીકે ડોલે છે. હડપચી છાતી પર ઢળી પડે છે, આંખના પોપચાં અજાણતાં બંધ થઇ જાય છે, કરોડના ટટાર રાખવાના સ્નાયુઓ ઢીલા પડી જવાથી કંમર વાંકી વળી જાય છે. રાત્રિના વખતે આગગાડીના ત્રીજા વર્ગના એક ખાનામાં ૧૫–૨૦ માણસો બેઠાં બેઠાં ઊંઘવાના પ્રયત્નો કરે છે, તે વખતે ગાડીના આચકાની સાથે તેમનાં હાલતાં અને ધૂણતાં માથાની અને શરીરની સ્થિતિ, અને કેટલાએક ઊંઘતા છતાં જાગતાં દેખાવાના ઢોંગ વગેરે જોઇને દયા અને હાસ્ય

આવ્યા વિના રહેતાં નથી. પરંતુ આ ઉપરથી આપણને ખ્યાલ આવે છે કે ઊંઘતા મનુષ્યના મગજને શરીર ઉપરનો અંકુશ બીલકુલ હોતો નથી.

મનુષ્યે કેટલું ઊંઘવું જોઈએ? મનુષ્યના શરીરની હાજતોમાં ઊંઘ ઘણોજ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. ચીના લોકો રાજદ્રોહી ગુન્હેગારોને ઊંઘવા નહિ દેવા એવી શિક્ષા કરતા; કેદીને સારો ખોરાક આપવામાં આવતો, પણ જો તે ઊંઘે તો તેની પાસે રહેનારા માણસો તેને ચીમટાથી અથવા ચાબુકથી જગાડતા. આખરે વગર ઊંઘે કેદી ઘણોજ રીબાઇ રીબાઈને મરણ પામતો. માણસને વીસ દિવસ સુધી ખોરાક વિના રાખવાથી તેનું વજન અડધું થઇ જાય છે. પણ સંભાળથી ખોરાક આપવાથી તે વજન પાછું મેળવી શકાય છે. પરંતુ ફક્ત ચાર કે પાંચજ દિવસ માણસને ઊંઘવા દેવામાં ન આવે તો મરણતોલ થઇ જાય છે. ઊંઘનો સંબંધ હવામાન સાથે પણ છે. ઉનાળા કરતાં શિયાળામાં વધારે ઊંઘની જરૂર પડે છે. ઉત્તર ધ્રુવની નજીકના પ્રદેશમાં રાત્રિ અને દિવસ છ છ મહિનાના હોવાથી ત્યાં રહેનારા મનુષ્યો ઉનાળામાં કેટલાએક દિવસો સુધી બીલકુલ ઊંઘ્યા વિના ચલાવી શકે છે, અને પછી તેની ખોટ પુરવાને શિયાળામાં ઘણા સમય સુધી નિદ્રાવશ રહે છે. ખુબ ઊંઘવું અથવા ઓછું ઊંઘવું અથવા બીલકુલ ઊંઘ્યા વિના દિવસો સુધી કામ કરવું એ દરેક માણસના ધંધા, ટેવ અને શારીરિક અને બીજી પરિસ્થિતિ ઉપર આધાર રાખે છે. નાના બાળકો લગભગ ચોવીસ કલાક સુધી ઉંઘે છે. નિશાળે જતાં છોકરા દસ કલાક ઊંઘે છે. પછી જેમ ઉમર વધતી જાય છે તેમ ઊંઘનો સમય ઓછો થતો જાય છે,

સાધારણ મનુષ્યે આઠ કલાક ઊંઘવું જોઇએ એવો ડૉકટરી અભિપ્રાય છે. તે છતાં વૃદ્ધ માણસો રાત્રે ચાર કલાકથી વધારે સમય સુધી ઊંઘી શકતા નથી અને તેની ખોટ પુરી કરવાને કેટલાએકને દિવસે એક બે કલાક ઊંઘવું પડે છે. ઉમર વધતા ઊંઘ ઓછી થાય છે, તેથી એમ લાગે છે કે માણસના શરીર અને મનની પ્રવૃત્તિ ઉપર ઊંઘનો આધાર રહે છે, જેમ થાક વધારે લાગે અને આરામની જરૂર લાગે તેમ ઊંઘ સારી અને લાંબો વખત સુધી આવે છે. નાના બાળકો અને છોકરાંને શરીરની વૃદ્ધિ અને વિકાસને માટે તેમજ રમતગમતને માટે જે બેહદ પ્રવૃત્તિ યોજવી પડે તેમનાથી તેમને વધારે થાક લાગે છે, અને ઊંઘવા પણ વધારે જોઇએ છે. તેથી ઉલટું વૃદ્ધ માણસોને શરીરની પ્રવૃત્તિ બહુ ન હોવાથી અને માનસિક વ્યય પણ ઓછો હોવાથી (જો કે પુખ્ત ઉમરના માણસો પોતાના અનુભવને લીધે ઓછી મહેનતે વધારે સારૂં સંગીન અને ફળદાયી કામ કરી શકે છે) તેમને વધારે ઊંઘની જરૂર રહેતી નથી; તે છતાં નિવૃત્તિમય આનંદ તરીકે ઊંઘની ઇચ્છા સર્વ મનુષ્યને થાય છે.

ઊંઘના કેટલાએક પ્રકારો—ઊંઘના કેટલાએક પ્રકારો વિલક્ષણ છે. સામાન્ય ઊંઘના કરતાં જુદી જુદી દવાઓથી આવતી કેફી ઊંઘ, નૈસર્ગિક ઊંઘના કરતાં જુદા પ્રકારની હોય છે. માદક દવાઓ અને ઓપરેશન કરતી વખતે તેમજ સ્ત્રીઓની પ્રસવની વેદનાં ઓછી કરવાને વપરાતી બેભાન કરવાની દવાઓની અસરથી જ્ઞાનતંતુઓ જડ થઇ જાય છે પણ તેથી નૈસર્ગિક ઊંઘમાં જે આરામ અને સ્વસ્થતા પ્રાપ્ત થાય છે તે અનુભવાતી નથી. મગજ તરફ જતું

લોહી અટકી જવાથીજ મૂર્છા આવે છે, અને મૂર્છા નિવારણના ઉપયોગમાં લોહીની ગતિ ચાલુ કરવાને ખુલ્લી હવા વગેરેની જરૂર પડે છે. કેટલીએક વાર આ મૂર્છા દિવસો સુધી રહે છે તો તે જુદા પ્રકારની હોય છે. એને અંગ્રેજીમાં "કોમા" કહે છે. બગડેલું કાળું લોહી મગજમાં ભરાઈ જવાથી થતી મગજની પ્રમાદિત સ્થિતિને લીધે માણસ આવી રીતે બેભાન રહે છે. આ સિવાય ઊંઘમાં ચાલવાની ટેવ, હીપ્નોટીઝમથી આવતી ઊંઘ, સમાધિ વગેરે ઊંઘના વિલક્ષણ પ્રકારો સંબંધી ઘણું જાણવાનું છે અને વિજ્ઞાનની શોધખોળ આ બાબતમાં ચાલુ છે. આ જાતની વિકૃતિની સમજાવટ માટે એમ ધારવામાં આવે છે કે મગજના (અથવા મનના) બે ભાગ હોય છે. તેમાંથી એક ભાગ ઊંઘે છે અને બીજો ભાગ શરીરની અને મનની કેટલીએક પ્રવૃત્તિ ચાલુ રાખે છે. ઊંઘમાં ચાલનાર મનુષ્યના મગજનો એક ભાગ નિદ્રાવસ્થામાં હોય છે, પરંતુ ગમનેંદ્રિય ઉપર અંકુશ રાખનારો ભાગ પોતાની પ્રવૃત્તિ ચાલુ રાખે છે. તેવીજ રીતે હીપ્નોટીક અથવા મેસ્મેરીક ઊંઘમાં પોતીકી યાદદાસ્તી સિવાય મગજની બધી પ્રવૃત્તિ ચાલુ રહે છે. તેવા માણસને પોતે શું કરે છે તે યાદ રહેતું નથી, પણ જાગ્રત માણસની પેઠે સાધારણ જ્ઞાનેંદ્રિયો મારફત શું કરવાનું છે, તે જાણી શકે છે અને તે પ્રમાણે પોતાની કર્મેન્દ્રિય પાસે કામ કરાવી શકે છે. ઉંઘમાં પણ મગજનો એક ભાગ જાગ્રત રહે છે એ જોવાને માટે ઉંઘતાં પહેલાં અમુક સમયે ઉઠવાનો વિચાર કરીએ તો તે પ્રમાણે ઉઠી શકાય છે. બાળકો અને દરદીઓને ઉંઘમાં આપેલી શિખામણો અને સૂચનાની અસર સારી થવાનું કારણ પણ એમ કહેવામાં આવે

છે કે મગજનો જાગ્રત ભાગ તે સંદેશા સ્વીકારીને તે પ્રમાણે વર્તવાની ગોઠવણ કરી લે છે. યોગીઓની સમાધિના જેવી બહારની સ્થિતિ કેટલાંએક પ્રાણીઓ પ્રાપ્ત કરી શકે છે, અને કાંઈપણ કાર્ય કર્યા વિના મહીનાઓ સુધી ઊંઘી શકે છે (Hibernate). ગોકળગાય અને દેડકાં જેવાં પ્રાણીઓ ટાઢમાંથી બચવાને પોતાનું શરીર સંકોચીને દરમાં પેસી ઊંઘી જાય છે. ભર ઉનાળામાં પણ તેમને બરફની પાસે રાખવામાં આવે તો તે પ્રમાણે ઉંઘી જાય છે, પરંતુ જો ગરમ પાણીમાં રાખવામાં આવે તો તે જાગ્રત થાય છે. સમાધિગ્રસ્ત મનુષ્યો અને આવા પ્રાણીઓની જીંદગી ચાલુ હોય છે. તેમના હૃદયના ધબકારા ધીમા ધીમા પણ સાંભળી શકાય છે; તેઓ ખોરાક લેતા નથી પણ તેમના શરીરમાંના ચરબીના લોચા વપરાઈ જાય છે અને તેમનું શરીર પણ ઠંડું પડે છે. સૃષ્ટિની વિચિત્ર રચનામાં એવા કેટલાએક પ્રાણીઓ અને જંતુઓ મળી આવે છે કે જે મહીનાઓ સૂધી શાંત અને મૃત હાલતમાં રહેવા છતાં પાછા સજીવન થવાની શક્તિ ધરાવે છે. તાડીના રસમાં મળી આવતા “યીસ્ટ” (Yeast) નામના બારીક જંતુઓ અને કેટલાએક ઝાડના છોડમાં અને પાંદડામાં મળી આવતા ચક્રજંતુઓ (Wheel animalcules) ને સુકવીને ધૂળ જેવી દેખાતી ભુકીના રૂપમાં વર્ષો સુધી રાખી મૂકવામાં આવે, તોપણ ફરીથી પાણીની સાથે મિશ્રણ કરવાથી તેમની જીવનપ્રવૃત્તિ ચાલુ થાય છે, અને જાણે કે ઊંઘમાંથી જાગ્રત થતા હોય તેમ પોતાની જીંદગી ફરીથી શરૂ કરે છે. તે છતાં, વચ્ચેનો સમય નૈસર્ગિક ઊંઘનો છે એમ કહી શકાય નહિ, કારણકે તે સમયમાં આરામ લેવાની અથવા બીજી કોઇ પ્રવૃત્તિ ચાલુ રહેતી નથી, પણ પાણીના

અભાવને લીધે મુડદી સ્થિતિમાં પોતાની પ્રવૃત્તિ ચાલુ રાખવાને પ્રસંગ કે અનુકૂળતા પ્રાપ્ત નહિ થવાથી તે મૃતપ્રાય અવસ્થામાં રહે છે.

પ્રાચીન હિંદમાં રસાયન શાસ્ત્ર

(સર પ્રફુલ્લ ચંદ્ર રાયે મદ્રાસ યુનિવર્સિટિ સન્મુખ આપેલા ભાષણનો અનુવાદ. ફેબ્રુઆરી ૧૯૧૮ના મૉડર્ન રીવ્યુ ઉપરથી.)

હિંદી પ્રજાના બુદ્ધિ વિકાસના ઇતિહાસ વડે પ્રયોગ-સિદ્ધ શાસ્ત્રોના અભ્યાસ વિષેનું એક વિસ્મૃત પ્રકરણ હું આજે આપની સન્મુખ રજુ કરવાનો પ્રયત્ન કરીશ. સાધારણ રીતે એમ જ મનાય છે કે પ્રાચીન હિંદુ પ્રજા તર્કવિચારમાં અને ઇશ્વર ધ્યાનમાં મશગુલ રહેનારી, તુરંગી અને અધ્યાત્મજ્ઞાનમાં રસ લેનારી હતી. સર્વોત્કૃષ્ટ જ્ઞાનથી ભરપુર એવા ગીતા, ષડ્દર્શન, અને ઉપનિષદ્ જેવા અમૂલ્ય ભંડાર મૂકી જવા માટે તેમને માન આપવામાં આવે છે; પરંતુ પ્રયોગસિદ્ધ શાસ્ત્રોની ખીલવણીમાં હિંદુઓનો જે મોટો હાથ હતો તે વિષે અત્યારે ભાગ્યે જ કોઈ જાણતું હશે.

આ સ્થળે આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે પ્રયોગ સિદ્ધ વિજ્ઞાનનો હાલમાં આપણે જે અર્થ સમજીએ છીએ તે વિજ્ઞાનની ઉત્પત્તિ અને વિકાસ યુરોપ જેવા દેશમાં પણ

ઘણા થોડાજ સમયથી થઇ છે. મધ્યકાલીન પંડીતોની (Schoolmen) વિવાદ પદ્ધતિ જોતાં આપણને લાગ્યા વિના રહેતું નથી કે તે સમયના યુરોપના વિદ્વાનો કુદરતની ઘણીજ સાદી અને સ્પષ્ટ હકીકતોની ચર્ચા કરવામાં પ્રયોગ કરી જોવાની તસ્દી કદી લેતા નહિ. રૉયલ સોસાઈટીના આદ્ય સ્થાપકોમાં એક વેળાએ જીવતી માછલી કરતાં મરેલી માછલીનું વજન વધારે છે કે નહિ તે વિષે લાંબી અને ગંભીર ચર્ચા કલાકો સુધી ચાલી હતી; પરંતુ તે વખતે માછલી તોલીને ખરૂં વજન શોધી કાઢવાનો સાદો પ્રયોગ † કોઇને પણ સૂઝયો નહિ. થોડા વર્ષ પછી ૧૬૬૨માં આ મહાન્ મંડળની સ્થાપના બોયલ, હૂક, અને રેન નામના પ્રસિદ્ધ વિજ્ઞાનીઓના હાથે થઈ તે વખતે તેમની "પ્રયોગ કરવાની ટેવ" માટે તિરસ્કાર દેખાડવામાં આવતો. ૧૭મા સૈકામાં ઇંગ્લંડ જેવા દેશમાં ચોકસાઇથી જ્ઞાન મેળવનારને

† [વિવાદગ્રસ્ત બાબતોના નિર્ણયને માટે પ્રયોગ કરી જોવા અથવા પ્રત્યક્ષ પ્રમાણની મદદ લેવા માટે ગેલીલીઓ (૧૫૬૪–૧૬૪૨) ને ઘણે હેરાન કરવામાં આવ્યો હતો. તેના સમયના વિદ્વાનો એમ ધારતા કે એક ભારે વસ્તુની ગતિ હલકી વસ્તુની ગતિના કરતાં તેના વજનના પ્રમાણમાં વધારે હોય છે. તે ખોટું પાડવાને પીસાના પ્રખ્યાત મિનારા ઉપરથી તેણે એક સો રતલનો અને એક રતલનો એમ બે ગોળા સાથે જ નાંખીને પ્રયક્ષ બતાવ્યું કે બંને ગોળા એકજ વખતે જમીન પર પહોંચે છે. પરંતુ તેનાથી સંતોષ ન પામતાં ઉલટું તે સમયના ધાર્મિક પંડિતોએ ગેલેલીઓની આ ધૃષ્ટતા માટે શિક્ષા કરવાનો નિશ્ચય કર્યો; અને પ્રચલિત માન્યતાને તોડી પાડવાને પ્રત્યક્ષ પ્રયોગોના ઉપયોગને માટે ગેલેલીઓને પોતાની વૃદ્ધાવસ્થામાં કેદખાનું ભોગવવું પડયું હતું!—અનુવાદક]

માટે આટલો તિરસ્કાર જોવામાં આવતો, એ જોતાં પ્રાચીન હિંદમાં વિજ્ઞાનના વિકાસની તુલના માટે ઘણી સખત કસોટી વાપરવાની જરૂર દેખાતી નથી.

પ્રયોગ અને નિરીક્ષણ એ વિજ્ઞાનના મૂળ સ્તંભ છે. એ દૃષ્ટિએ ઈસ્વી તેર અથવા ચૌદમા સૈકાના હિંદુ રસાયન વિદ્યાનાં બે ઉત્તમ પુસ્તકોમાં આ વિષે ઉલ્લેખ જોઈને સંતોષ થાય છે. " **रसेन्द्र चिंतामणि** " નામના પુસ્તકના કર્તા રામચંદ્રે લખ્યું છેઃ—" વિદ્વાનોની પાસેથી સાંભળેલી અને શાસ્ત્રોમાં વાંચેલી જે કોઈ બાબતની ખાત્રી પ્રત્યક્ષ પ્રયોગથી મારાહસ્તે કરી શકયો છું તે સંબંધીજ મેં લખ્યું છે........... પોતે જે કાંઈ શીખવાડે તે બધું સાબીત કરી શકે તેનેજ ખરા ગુરૂ કહેવા જોઈએ; અને શીખેલી બધી ક્રિયા સ્વહસ્તે કરી શકે તેનેજ ઉત્તમ શિષ્ય કહેવા જોઈએ. આ સિવાયના બીજા બધા ગુરુઓ અને શિષ્યો નાટકના નટ જેવા હોય છે." યશોધરના " **रसप्रकाशकर** " નામના પુસ્તકમાં એવોજ ઉલ્લેખ છેઃ—" મારા પુસ્તકમાં લખેલી સઘળી રાસાયનિક ક્રિયા મેં મારા હાથે અજમાવી જોઇ છે–ફક્ત ગપ સાંભળીને કશું લખ્યું નથી. દરેક ક્રિયા વિષે મેં જાતે પ્રયોગ કરીને ખાત્રી કરેલી છે."

પ્રાચીન પ્રજાઓમાં રાસાયનિક જ્ઞાનના વિકાસના વિષયમાં મને ઘણા સમયથી રસ પડતો આવેલો છે. આજથી ૩૫ વર્ષ પહેલાં હું એડીનબરોમાં અભ્યાસ કરતો હતો તે સમયથીજ થોમસન, હેફર અને કૉપના સર્વોત્કૃષ્ટ ગ્રંથો મને ઘણાજ પ્રિય હતા. આ પુસ્તકોનો અભ્યાસ કરતાં તે વિષયમાં હિંદના સ્થાનનો નિર્ણય કરવાનું મને સ્વાભાવિક રીતે મન થયું; અને તે સંબંધમાં ચરક, સુશ્રુત

અને બીજા આયુર્વેદના પ્રમાણભૂત ગ્રંથોનો રાસાયનિક દૃષ્ટિથી વ્યવસ્થિત અન્વેષણનો આરંભ કર્યો. તે કાર્યમાં મારે આજથી એકવીસ વર્ષ ઉપર મોં. બર્થેલો નામના ફ્રેંચ વિદ્વાન સાથે સંબંધ થયો—જે સંબંધને લીધે રસાયન વિદ્યાના ઇતિહાસના અભ્યાસી તરીકેની મારી કારકીર્દીમાં એક ઘણોજ મોટો ફેરફાર થયો. આ વિશ્વવિખ્યાત ફ્રેંચ વિદ્વાન તે સમયના રાસાયનિકોમાં અગ્રેસર ગણાતા; તેમને રાસાયનિકજ્ઞાનના મૂળ ઇતિહાસ અને તેના વિકાસ ક્રમના વિષયમાં ઘણો પ્રકાશ નાંખ્યો હતો. હિંદુઓએ આ વિષયમાં આપેલા હિસ્સા વિષે સઘળી માહીતી મેળવવાની પ્રબળ ઈચ્છા તેમણે જણાવી અને તેથી તે સંબંધી હકીકત મોકલવાને મને આગ્રહ કર્યો હતો. તેમની આ પવિત્ર આજ્ઞાને માન આપીને મેં ૧૮૯૮માં "હિંદુ કિમીયા" વિષે એક નિબંધ લખી મોકલ્યો. આ નિબંધ લખવામાં "रसेन्द्रसार संग्रह" નામના પુસ્તકનો આધાર લીધો હતો; પરંતુ પાછળથી મને લાગ્યું કે આ પુસ્તક કરતાં વધારે અગત્યનાં અને હિંદુ રસાયનવિદ્યાના ઇતિહાસના વિષે વધારે પ્રકાશ આપનારાં બીજાં પુસ્તકો હતાં. તે છતાં મોં. બર્થેલોએ આ મારા નિબંધની લાંબી સમાલોચના લખવાનું અને તેમના મહાન ગ્રંથનાં ત્રણ પુસ્તકો ભેટ આપવાનું માન મને આપ્યું. આ પુસ્તક અરેબીક અને સીરીયન પ્રજાઓના રાસાયનિકજ્ઞાન વિષે હતું; અને તે વાંચતાં હિંદુ રસાયણ વિદ્યા ઉપર એક પુસ્તક લખવાની મને પ્રેરણા થઇ.

મારે કબુલ કરવું જોઇએ કે આ કામ માથે લીધું તે વખતે સાધનોની ક્ષીણતા અને અપૂર્ણતાને લીધે મને

મારા કાર્યની સફળતા વિષે ઘણી શંકા ઉત્પન્ન થયેલી. તે છતાં ઉત્સાહથી મેં મારું કાર્ય શરૂ કર્યું. આ કામ આગળ વધતાં, હિંદુસ્તાનના લગભગ દરેક ભાગ—મદ્રાસ, તાંજોર, અલ્વર, કાશ્મીર, કાશી, ખટમંડુ (નેપાળ) અને તિબેટમાંથી જુના અને કીટક્ષીણ હસ્તલેખોનો પ્રવાહ મારી પાસે આવવા લાગ્યો. (૧૯૦૪–૫માં લ્હાસા થોડા સમય માટે કબજે થવાથી હિંદના જ્ઞાનચક્ર રૂપ "તંજુર" નો લાભ પણ મને મળી શક્યો હતો.) આ હસ્તલેખો મળતાં, વર્ષો સુધી વ્યર્થ યત્નો કર્યા પછી સોના અથવા રૂપાની ખાણ એકદમ હાથ લાગતાં જેટલો આનંદ થાય તેના કરતાં વધારે અપૂર્વ આનંદ મને થયો. આ અનપેક્ષિત અને વિસ્મૃત ભંડારના અમૂલ્ય રત્નો શોધતાં મારા જીવનનાં સર્વોત્તમ બાર વર્ષનો સમય વ્યતીત થયો—જો કે આ બધા કાળમાં પ્રયોગશાળાના કામના દબાણને લીધે મારાથી આ પુસ્તકો તરફ પુરતું ધ્યાન આપી શકાતું નહિ. આજે હું તમને મારા આ અન્વેષણના કેટલાએક પરિણામો સમજાવીશ.

પ્રાચીન હિંદમાં મોટી મોટી પાઠશાળામાં સાહિત્ય અને વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓની સાથે વૈદકશાસ્ત્રનો પણ એક અગત્યનો વિષય શીખવાડાતો હતો. આજથી અઢી હજાર વર્ષ પહેલાં તક્ષિલાના મહાન વિદ્યાલયમાં આત્રેય મુનિ પાસે જીવક કોમારવચ્છ નામનો એક શિષ્ય વૈદકનો અભ્યાસ કરતો હતો. હવે આ શબ્દ "કોમારવચ્છ" માં ગૂઢ અર્થ રહેલો છે; તે પાલિ શબ્દનું સંસ્કૃતરૂપ "કૌમારભૃત્ય" છે; કૌમારભૃત્ય એટલે બાળકોના રોગની ચિકિત્સા. એ આયુર્વેદના આઠ ખંડમાંનો એક ખંડ છે. પાછળથી આ જીવક બુદ્ધના સમકાલીન મગધ દેશના રાજા બિંબિ-

સારનો પ્રખ્યાત રાજવૈદ્ય થયો હતો. આ ઉપરથી ઈસુ-ખ્રિસ્તના જન્મ પહેલાં કેટલાએક શતકો પહેલાં હિંદમાં આયુર્વેદનો અભ્યાસ થતો હતો એમ માનવાને આપણને ઐતિહાસિક કારણો મળે છે.

પરંતુ રસાયન વિદ્યા તેટલા બધા પ્રાચીન સમયની છે એમ કહી શકાય નહિ. ખરૂં જોતાં અંગ્રેજી શબ્દ 'કેમીસ્ટ્રી' નો અર્થ ' રસાયન ' એ શબ્દથી કળી શકાતો નથી. રસાયન શબ્દનો મૂળ અર્થ (જુઓ ચરક પ્ર. ૧,-૨-૬) દીર્ઘાયુષ્ય તીવ્ર યાદશક્તિ, આરોગ્ય, અને પુરુષત્વ આપનારી દવા—એટલે યુરોપના મધ્યકાલીન કિમીયાની કળાને **रसायणी विद्या** (એટલે કે પારા અને બીજી ધાતુઓની વિદ્યા) એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે. **रसरत्नसमुच्चय** નામના પુસ્તકના મંગળાચરણમાં ૨૭ ગુરૂઓને વંદન કરવામાં આવ્યું છે; તેમાં એક નામ "**रससिद्धि प्रदायक**" આવે છે, તેનો અર્થ પારો મારવાની વિદ્યા બતાવનાર એટલે કીમીઆગીરીમાં પ્રવીણ એમ થાય છે. આ સ્થળે આપણે યાદ રાખવું જોઇએ કે ચરક, સુશ્રુત અને વાગ્ભટનાં આયુર્વેદના પ્રમાણભૂત પુસ્તકોમાં પારા અથવા તેની કોઇ બનાવટ વિષે ભાગ્યેજ કંઇ ઉલ્લેખ જોવામાં આવે છે.

પ્રાચીન હિંદમાં રસાયનવિદ્યાના અભ્યાસને કેવી રીતે ઉત્તેજન મળ્યું હતું તે સમજવાને આપણે જરા વિષયાંતર કરવું પડશે. મધ્યકાલીન યુરોપમાં રસાયનવિદ્યા—ગમે તો તેને કીમીઆગીરી કહો—વૈદકશાસ્ત્રની સહચરી તરીકેજ આગળ આવી હતી. આપણા દેશમાં પણ રસાયનવિદ્યા અને આયુર્વેદનો સંબંધ ઘણોજ નિકટ હતો, તે છતાં યોગશાસ્ત્રના સંબંધથીજ રસાયનવિદ્યાનો વિકાસ જલદી

થવા પામ્યો હતો. યોગશાસ્ત્રમાં બ્રહ્મજ્ઞાનની પ્રાપ્તિની સાત અવસ્થા અને આઠ સાધનો વર્ણવેલાં છે; આ આઠમાંથી ધારણા, ધ્યાન અને સમાધિ ખાસ આવશ્યક હોય છે. કારણકે એ ત્રણનો યોગ થતાં તેમાંથી સંયમ અને સંયમમાંથી સિદ્ધિ પ્રાપ્ત થાય છે. તે પછીના સમયમાં યોગવિદ્યા વિજ્ઞાનને ઘણી ઉપયોગી થઇ પડી હતી, જો કે તેની અધોદશા થવાથી તેનું તાંત્રિક ક્રિયામાં રૂપાંતર, ખાસ કરીને બંગાળામાં થયું છે.

રાસાયનિકજ્ઞાનનો ભંડાર આ તંત્રોમાં શી રીતે આવ્યો? આ પ્રશ્નનો ઉત્તર **रसार्णव** નામના પુસ્તકના શબ્દોમાંજ મળી આવે છે. આ પુસ્તક રસાયનવિદ્યાના વિષય ઉપર તાંત્રિક સાહિત્યમાં પ્રમાણભૂત લેખાય છે અને પંડીત હરિશ્ચંદ્ર કવિરત્નની મદદથી મેં તેનું સંશોધન કરીને "બીબ્લીઓથેકા ઇંડીકા સીરીઝ" માં પ્રસિદ્ધ કર્યું છે તે પુસ્તકમાં પારા અને તેના બનતા ઔષધોના ગુણોનું વર્ણન કરવામાં આવ્યું છે, દાખલા તરીકે—

"ઉત્તમ ભકતોએ પરમ સાધનાને માટે તેનો ઉપયોગ કરેલો હોવાથી તેનું નામ પારદ (પારો) અપાયું છે." ...."હે દેવી! મારા ગાત્રોમાંથી તેનો જન્મ હોવાને લીધે તે મારી બરોબર છે. ને મારા શરીરમાંનું ઝરણુ હોવાથી તેને "રસ" કહેવાય છે." ...."કોઈ એમ શંકા લાવે છે કે આ શબ્દોનો અક્ષરશઃ અર્થ ખોટો છે, કારણુ કે આ લોકમાં મોક્ષપ્રાપ્તિ કેવી રીતે થાય છે તે બીજી કોઇ રીતે સમજાવી શકાય. પરંતુ આ શંકા અસ્થાને છે, કારણકે ષડ્દર્શનોમાં મુક્તિની પ્રાપ્તિ શરીરના મૃત્યુ પછીજ દેખાડવામાં આવી છે; તેની ઉપર વિશ્વાસ રાખી

શકાય નહિ, અને તેથી મુક્તિ પ્રાપ્તિની સઘળી પ્રવૃત્તિમાં શંકા અને અશ્રદ્ધા ઉત્પન્ન થાય છે.".......... ...“ષડ્દર્શનોમાં મુક્તિ શરીરના મૃત્યુ પછીજ મળે છે. આવી મુક્તિ હસ્તામલક પ્રમાણે સ્પષ્ટ દેખી શકાતી નથી..... તેથી મનુષ્યે શરીર સાચવવાને માટે રસ અને તેના ઔષધોનું સેવન કરવું."

આજ વિષયમાં બીજાં કેટલાંએક અવતરણોથી વધારે પ્રકાશ પડશેઃ-“કોઇ કહેશે કે આ શરીર નાશવંત છે તો પછી તે અમર કેવી રીતે કરી શકાય ? તેના ઉત્તરમાં કહેવાનું કે આ ધારણા ખોટી છે. છ કોષનું બનેલું, હર અને ગૌરીએ સરજેલું આ શરીર અમર થઇ શકે. **રસ હૃદયમાં** કહેવામાં આવ્યું છે કે “જેઓ હર અને ગૌરી (પારા અને અભ્રક)ની સાહાય્યથી પોતાનું શરીર છોડયા સિવાય નવું શરીર પ્રાપ્ત કરી શકયા છે, તેમનું “રસ સિદ્ધ” તરીકે પૂજન થવું જોઇએ, કારણકે સર્વ મંત્રો તેમને આધીન હોય છે."

“તેથી કોઇ યોગીને આ લોકમાં મુકિત પ્રાપ્ત કરવી હોય તો તેણે પહેલાં તો પોતાના શરીરને અમર કરવું જોઈએ. હર અને ગૌરીના યોગથી પારાનો જન્મ થએલો હોવાથી (અને અભ્રક ગૌરીમાંથી જન્મેલું હોવાથી), નીચેના શ્લોકમાં પારા અને અભ્રકને હર અને ગૌરીનાં રૂપ તરીકે વર્ણવેલા છેઃ-“અભ્રક તારૂં બીજ છે અને પારો મારૂં બીજ છે. હે દેવી, આ બંનેનો યોગ થવાથી મૃત્યુ અને દારિદ્રયનો નાશ થાય છે"...“આ સંબંધમાં ઘણુંજ અલ્પ કહેવાનું છે. પારા (રસ)ના બળથી દિવ્ય શરીર મેળવીને આજ જીંદગીમાં મોક્ષ મેળવનાર દેવો, દૈત્યો, અને મુનિ-

ઓનું વર્ણન [illegible] સિદ્ધાંતમાં આપેલું છે......"મહેશ અને બીજા કેટલાએક દેવો, કેટલાએક દૈત્યો, શુક્રાચાર્ય વિગેરે ઋષિઓ, બાલખિલ્ય અને બીજા મુનિઓ; ગોવિંદ નાયક, ચાર્પતિ, કપિલ વ્યાલિ અને બીજાઓ–સઘળા રસ સિદ્ધો રસમય (પારાના) શરીર પ્રાપ્ત કરવાથી અને રસાત્મક થવાથી સદેહ મોક્ષ પ્રાપ્ત કરી શકયા છે."

રસશાસ્ત્ર (કીમીઆગીરી) અને યોગમાર્ગ વચ્ચેનો આ સંબંધ અગીઆરમા શતક સુધીમાં સંઘટ્ટ થઈ ગયો હતો. મહમદ ગીઝનીના સમયમાં થઈ ગએલા પ્રખ્યાત મુસ્લીમ મુસાફર અલ્બેરૂનીએ અરેબીક, ગ્રીક અને સંસ્કૃત સાહિત્યમાં એક સરખી પ્રવીણતા મેળવી હતી; તે લખે છે કેઃ—"આ કળા જાણનારા તેને હંમેશ છુપાવવાનો યત્ન કરે છે અને તે કળાથી અજ્ઞાત માણસોની સાથે સંબંધ રાખતા ખચકાય છે. આ કારણથી હિંદુઓ આ કામમાં શી પદ્ધતિનો અને શી વસ્તુનો ઉપયોગ કરે છે, અને તે વસ્તુ ખનીજ, પ્રાણિજ કે ઉદ્‌ભિજ્જ (Vagetable) છે તે સંબંધી હું કંઇ જાણતો નથી. મેં ઉત્પતન (Sublimation) ભસ્મીકરણ (Calcination) પૃથક્કરણ (Analysis) તેમજ તાલક (અભ્રક) વગેરે સંબંધી વાત કરતા સાંભળ્યા છે તેથી મને લાગે છે કે કિમીયાગીરીની ખનીજ પદ્ધતિ તરફ તેમનું વલણ રહેશે."..........."હિંદુઓને કીમીઆગીરીના જેવી એક કળાનું જ્ઞાન હોય છે; આ કળા તેમનીજ વિલક્ષણ કૃતિ છે. તેનું નામ તેઓ "રસાયણ" આપે છે. આ કળા પ્રમાણે તેઓ વનસ્પતિમાંથી ઘણા ખરા ઔષધો બનાવે છે; આ ઔષધોના ગુણો એવા તો અકસીર હોય છે કે મરવા પડેલા માણસો પણ તેનાથી સંપૂર્ણ આરોગ્ય પ્રાપ્ત

કરી શકે છે; અને જીર્ણ વૃદ્ધાવસ્થામાં પણ યુવાવસ્થાનું બળ પ્રાપ્ત કરી શકાય છે; સફેદ વાળ પાછા કાળા થાય છે, ઇંદ્રિયોની તીવ્રતા અને નષ્ટ થએલું પુરુષાતન પાછાં આવે છે, અને તેનાથી આયુષ્ય લંબાવી શકાય છે. અને તેમ થવામાં શંકા શી? આપણે જોઇ ગયા છીએ કે પતંજલિના કહેવા પ્રમાણે મોક્ષ મેળવવાના માર્ગમાં રસાયન પણ એક છે."

તાંત્રિક માર્ગની ક્રિયાઓની સાથેના સંબંધ ધરાવનારા કીમીઆગીરી (રસસિદ્ધિ)ના વિષયના પુસ્તકો અસંખ્ય છે; અને ૧૧થી૧૪મા સૈકામાં તેમની પ્રતિષ્ઠા એટલી બધી વધી ગઇ હતી કે તેમને ષડ્દર્શનની સાથે મૂકવામાં આવતા વિજયનગરના પહેલા બુક્ક રાજાના અમાત્ય માધવાચાર્યે (આ માધવાચાર્યને ઇ.સ. ૧૩૩૧માં શૃંગેરી મઠના મુખ્ય-ગુરૂ નીમવામાં આવ્યા હતા.) પોતાના સમયમાં પ્રચલિત સોળ દર્શન સંબંધી **સ્વદર્શન સંગ્રહ** નામનો ગ્રંથ લખ્યો છે, તેમાં "રસેશ્વર દર્શન" એટલે રસ (પારા) વિદ્યા વિષે એક પ્રકરણ છે. તમારા મદ્રાસ સમીપના શૃંગેરી મઠના આ વિદ્વાન ધર્માચાર્યે રસ વિદ્યાના બીજા ગ્રંથો (ખાસ કરીને **રસાર્ણવ**, **રસેશ્વર સિદ્ધાંત** અને ગોવિંદ ભાગવતના **રસહૃદય**) માંથી લાંબા અવતરણો આપેલાં છે.

હવે **રસાર્ણવ**માંથી રાસાયનિક ઉપકરણ, જ્વાલારંગ, અને ધાતુ શોધન સંબંધી કેટલાંએક અવતરણો તમારી સન્મુખ મૂકીશ; તેમ કરતાં મારે કહેવાની જરૂર રહેતી નથી કે તંત્રો શિવપાર્વતી સંવાદ રૂપે લખાએલાં હોય છેઃ—

"રસો, ઉપરસો, ધાતુઓ, વસ, વિદ, ધમણ, લોખંડના ઓજારો, પત્થરના ખરલ અને ડટ્ટા, કોષ્ટિયંત્ર, મોં પુંક-

વાની ભુંગળી, છાણું, બળતણ, લોખંડની અને માટીની કુલડીઓ.(મુષા) ચીમટો, કાંટો અને કાટલાં, વાંસ અને .લોખંડની નાલિકાઓ, તેલ, તેજાબ, નીમક, ક્ષાર, વિષ,— આ બધા ઉપકરણો ભેગા કર્યા પછીજ રાસાયનિક કાર્યનો આરંભ કરવો જોઇએ.

ઉપકરણનું પ્રાબલ્ય:—" પારાને મારવાને અને તેનો રંગ બદલવાને માટે ઉપકરણ ખરેખર પ્રબલ શકિત ધરાવે છે. વનસ્પતિ અને ઔષધોની મદદ સિવાય ફકત ઉપકરણોની સહાયથી પારાને મારી શકાય છે; માટે સિદ્ધોએ ઉપકરણનાં પ્રાબલ્ય વિષે શંકા લાવવી નહિ."

મૂષા (મૂસ)ની બનાવટ:— કાળી, પીળી, લાલ અને સફેદ માટી, ડાંગરના ફોતરાંની રાખ, મેસ, કીડીઓની કોતરેલી માટી, બકરીની લીંડીઓ અને ઘોડાની લાદની રાખ, લોખંડનો કાટ, એ સઘળી વસ્તુઓને ભેગી કરીને તેમાં મૂષા (Crucible કુલડી,). અને અંધમૂષા (Retorts) વગેરે બનાવી શકાય છે."

જ્વાલારંગ:—" જ્વાલામાં તાંબુ મૂકવાથી તેનો રંગ લીલો થાય છે, ટીનનો રંગ કબુતર જેવો; સીસાનો રંગ ઝાંખો વાદળી, લોખંડનો રંગ બદામી; અને શસ્યકનો રંગ લાલ થાય છે."

" શુદ્ધ ધાતુની પરીક્ષા:—શુદ્ધ ધાતુને કુલડી (મૂષા)માં નાંખીને ઓગળવાથી તેમાંથી તણખા અથવા પરપોટા નીકળે નહિ, ફાટે નહિ, તડતડાટ થાય નહિ, અને ઓગળેલી ધાતુની સપાટી ઉપર કરચલી દેખાય નહિ પરંતુ રત્નની પેઠે તેની સપાટી શાંત રહે તો તે ધાતુ શુદ્ધ જાણવી."

તાંબુ શોધવાની ક્રિયા:—" માક્ષિકને મધ, દીવેલ,

ગોમૂત્ર, ઘી, અને કેળના રસમાં વારંવાર ભીંજવી રાખ્યા પછી તેને કુલડીમાં તપાવવાથી તાંબારૂપી સત્વ બને છે.”

જસત શોધનઃ—“ઊન, લાખ, હરડાં અને ટંકણખારની સાથે રસકન અંધમૂષામાં તપાવતાં કલાઇ જેવી ધાતુ પ્રાપ્ત થાય છે, એમાં કંઈ શંકા છેજ નહિ.” હવે હું આપની સમક્ષ **रसरत्नसमुच्चय**માંથી બે અવતરણો ટાંકીશ.

શિષ્યની દીક્ષાઃ—“ગુરુ પ્રજ્ઞ, અનુભવી, રસાયણી ક્રિયામાં પ્રવીણ, શિવ પાર્વતીનો ભક્ત, નિર્વ્યસની અને ધૈર્યવાન હોવો જોઈએ. શિષ્યમાં ગુરુ માટે ભક્તિ હોવી જોઇએ, તે સદાચારી, સત્યવાદી, મહેનતુ, આજ્ઞાંકિત, ગર્વ અને અહંકારથી મુક્ત, અને શ્રદ્ધાળુ હોવો જોઇએ.

“ઇશ્વરથી ડરનાર, શિવ પાર્વતીનો ભકત અને જેનું રાજ્ય સુવ્યવસ્થિત હોય તેવાજ રાજાના રાજ્યમાં રસાયનિક ક્રિયાઓ આરંભવી જોઇએ; પ્રયોગશાળા વનની મધ્યમાં બાંધવી, તેનો વિસ્તાર મોટો રાખવો, તેને ચાર બારણાં રાખવાં અને દેવો ને ચિત્રોથી અલંકૃત કરવી.

ત્રણ નિષ્ક સોનાના વરખ અને નવ નિષ્ક પારો લઇને તેજાબની સાથે ત્રણ કલાક સુધી ઘુંટવા; આ મિશ્રધાતુનું શિવલિંગ બનાવીને તેનું પૂજન કરવું. આ રસલિંગના દર્શન માત્રથી હજાર બ્રહ્મહત્યા અને દશ હજાર ગૌહત્યાના પાપમાંથી મુક્ત થવા છે.

“રસવિદ્યા સ્વયં શિવજીએ મનુષ્યને બતાવી હતી તે શિષ્યને નિર્દિષ્ટ નિયમો પ્રમાણે બદ્ધચક્ષુએ ગુરુએ શીખવાડવી. રસવિદ્યાનું જ્ઞાન ગુપ્ત રાખવાની જરૂર છે. કારણકે તે બહાર પડવાથી તે વિદ્યાનું પ્રાબલ્ય અને ખરી શક્તિ નષ્ટ થાય છે.”

પ્રયોગશાળાઃ—“ ઔષધોપયોગી વનસ્પતિવાળા અને કુવાઓવાળા પ્રદેશમાં પ્રયોગશાળા બાંધવી. તેમાં બધા ઉપકરણોની સામગ્રી રાખવી. રસલિંગને પૂર્વમાં પધરાવવું, ભઠ્ઠીઓ અગ્નિકોણમાં અને ઉપકરણો નૈઋત્ય ખુણામાં રાખવાં, ધોવાનું કામ પશ્ચિમમાં રાખવું અને સુકવવાનું કામ વાયવ્ય ખુણામાં રાખવું. ધાતુસત્ત્વ શોધન માટે “કોષ્ટિ” નામનું ઉપકરણ પાણીના વાસણો, ધમણ, તેમજ ખાંડણી અને ખરલડટ્ટા, ભિન્ન ભિન્ન જાતની ચાળણી, કુલડી બનાવવા માટી, કોલસા, છાણાં, કાચની અંધમુષા, માટી અને લોખંડ, શંખ, લોખંડની તાવડી વગેરે સાધનો તૈયાર રાખવાં.

“ રાસાયનિક ક્રિયા કરવાને માટે ફકત સત્યવાદી, લોભમુકત, દેવો અને બ્રાહ્મણોની પૂજામાં આનંદ માનનાર, સંયમી, અને સાત્ત્વિક આહાર કરનાર માણસોનેજ કામમાં લેવા.”

અસલ આયુર્વેદના સ્થાપક ચરક, સુશ્રુત અને વાગ્ભટના સમયના કાષ્ટાદિ અને વનસ્પતિના ઔષધોને બદલે તાંત્રિકકાળમાં પારા અને બીજી ધાતુઓની માત્રાનો ઉપયોગ વધવા માંડયો. અગીઆરમા શતકમાં પણ સુશ્રુતના એક વિદ્વાન ટીકાકાર અને આયુર્વેદના એક વિખ્યાત ગ્રંથકાર ચક્રપાણિ દત્ત જેવા વૈદો કેટલીએક પારાની માત્રાના વખાણ કરતા અને તે શોધી કાઢવાનું માન મેળવવાના યત્ન કરતા જોવામાં આવે છે. ૧૨ મા શતક પછી કાષ્ટાદિ ઔષધોને બદલે માત્રાદિ (ધાતુ મૂલક) ઔષધોનો પ્રચાર ઘણોજ વધી ગયો અને આ કારણથી રસાયનવિદ્યાના અભ્યાસને નવું ઉત્તેજન ળ્યું. આ

કાળના રાસાયનિક તંત્રોમાંથી અસંખ્ય અવતરણો હું આપી શકું, કારણકે આ ગ્રંથોમાં સર્વ પ્રકારના રત્નોનો અખૂટ ભંડાર છે, પરંતુ તેમ કરીને તમારા ધૈર્યને શ્રમિત કરવાની જરૂર નથી. પ્રાચીન હિંદમાં એક સમયે રસાયન વિદ્યાનો કેટલા ઉમંગ અને ઉત્સાહથી અભ્યાસ થતો હતો તે દર્શાવવાને પૂરતાં અવતરણો આપ્યાં છે એમ હું ધારૂં છું. છેવટે ઇંગ્લાંડના મહાન્ પંડિત બેકનના સુયોગ્ય શબ્દો ટાંકીને આજનું ભાષણ સમાપ્ત કરીશ.

"શારીરિક બળ અથવા સત્તાના કીર્તિસ્તંભો કરતાં બુદ્ધિ અને વિદ્યાની કીર્તિ અમર રહે છે એ આપણે જોયું. હોમરની કવિતા એક અક્ષર અથવા શબ્દના નાશ સિવાય પચીસ શતકો સુધી અખંડિત રહી શકી છે. તે સમયમાં કેટલા, મંદિરો, કિલ્લાઓ અને શહેરો પડી ભાંગીને નષ્ટ થયાં છે! સાઇરસ, સિકંદર, સીઝર અથવા તેમનાથી પછીના સમયના પણ રાજાઓ અથવા મહાપુરુષોના ખરાં ચિત્રો અને પુતળાંઓ મળી આવવા મુશ્કેલ છે; કારણકે અસલ તો આટલા વર્ષો સુધી ટકી શકે નહિ, અને નકલમાં ખરી સજીવતા અને સત્ય પ્રાપ્ત થતાં નથી. પરંતુ મનુષ્યની વિદ્યા અને જ્ઞાનના પ્રતિબિંબ પુસ્તકોમાં અમર રહી શકે છે, તેમને કાળના હાથે નાશ થવાનો ભય હોતો નથી, અને તેનો વારંવાર પુનરુદ્ધાર થઇ શકે છે."

સાત, અથવા દશ શતકોના લય પછી પણ ધૂળથી ભરેલી છાજલીઓ ઉપરથી તેમજ કીટક્ષીણ ગ્રંથો અને હસ્તલેખોમાંથી ગોવિંદ, સોમદેવ, નાગાર્જુન, રામચંદ્ર, સ્વચ્છંદભૈરવ અને અન્ય રસસિદ્ધોના આત્માઓ તેમને પ્રિય વિદ્યાનો અભ્યાસ મૂકી ન દેવાની અર્વાચીન હિંદને આગ્રહ-

પૂર્વક વિજ્ઞપ્તિ કરે છે. મારી સમક્ષ એકત્રિત થએલા મદ્રાસીના યુવકશ્રેષ્ઠો જોઇને ૧૦૦૦ વર્ષ પહેલાં થઇ ગએલા નાગાર્જુન નામના પ્રખ્યાત રાસાયનિકની ઉત્સાહી પ્રાર્થનામાં સામેલ થવાનું મન થાય છે:—

"હે દેવી! બાર વર્ષ સુધી તારા મંદિરમાં મેં તારૂં પૂજન કર્યું છે. મારી સેવાથી તને સંતુષ્ટ કરી શકયો હોત તો આ તારા ભકતને અમૂલ્ય રસવિદ્યાનું જ્ઞાન આપ."

પ્રાચીન સમયમાં આ વિષયના અભ્યાસ માટે ઓછામાં ઓછા બાર વર્ષની જરૂર સ્વીકારાઇ હતી, તો આપણા સમયમાં તે વિદ્યા પ્રાપ્ત કરવાને કેટલા બધા વધારે વર્ષ જોઇએ? પ્રજાઓના ભવિષ્ય નિર્માણ કરવાની શક્તિ અત્યારે રસાયનવિદ્યામાં છે અને તેના ઉત્સાહપૂર્વક અભ્યાસને લીધેજ જર્મનીએ પૃથ્વીનાં સમગ્ર રાજ્યોમાં ઈર્ષ્યાજનક સ્થાન પ્રાપ્ત કર્યું છે. પરંતુ વિજ્ઞાનભક્તિની ખાતરજ વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ કરવામાં, અને ગૂઢ નિયમોનું શોધન કરવામાંજ વિજ્ઞાનના ખરા ભકતને અપરિમિત આનંદ પ્રાપ્ત થાય છે. હું એક પળ સુધી પણ મિલ્ટનના જેવા બુલંદ અવાજનો કાણુ ધરાવી શકતો હોત તો કહેત કે આપણી પ્રજા આળસુ, મંદ અને શિથિલ નથી, પરંતુ ચંચલ, બુદ્ધિમાન્ અને તીવ્રસ્વભાવ, નવી શોધો કરવાને શક્તિમાન, સૂક્ષ્મવાદવિવાદમાં કુશળ, અને મનુષ્યની શક્તિના ઉંચામાં ઉંચા શિખરો સુધી પહોંચી વળવાને સમર્થ છે. આપણા પૂર્વજોએ સર્વેથી ગહન તત્ત્વવિદ્યામાં ઘણાજ પ્રાચીન સમયમાં એટલું તો ઉત્કૃષ્ટ પરાક્રમ દેખાડ્યું હતું કે ગ્રીક પુલસુફીના મૂળ સ્થાપક ગણાતો પાઇથાગોરસ પણ આ દેશના પ્રાચીન તત્વચિંતકો પાસેથી ઘણું શીખ્યો

હશે એમ માનવાને વિદ્વાન ટીકાકારો સબળ કારણો બતાવે છે.

આ પ્રાચીન દેશને વાલ્મીકિ અને વ્યાસ, કાલીદાસ અને ભવભૂતિ, શંકરાચાર્ય અને રામાનુજાચાર્ય, નાગાર્જુન અને યશોધાર, વરાહમિહિર અને ભાસ્કર, રામમોહન-રાય, કેશવચંદ્ર અને વિવેકાનંદ જેવા મહાપુરુષોની જન્મભૂમિ પસંદ કરવામાં સર્વગામી ઇશ્વરનો કંઈ પણ ઉદ્દેશ નથી એમ તો કહી શકાય નહિ. આ ઉદ્દેશ પરિપૂર્ણ કરવામાં તમે નવા યુગના યુવકો તમારો ભાગ ભજવવામાં ખચકાશો નહિ એવો હું વિશ્વાસ રાખું છું. પ્રજાઓના સમૂહમાં આપણી પ્રિય દેશમૈયાને, પોતાનું શિર ઉંચું રાખી શકાય તેવું યોગ્ય સ્થાન મળશે કે નહિ તેનો આધાર. પ્રાચીન સમયના ઉજ્જ્વળ અને કીર્તિ-મંત કાળની પેઠે ભવિષ્યમાં પણ, તમારા ઉપર અને તમારા પરાક્રમો ઉપરજ રહેશે.

હિંદુ રસાયનની પ્રાચીનતા.

(મદ્રાસના યુનિવર્સિટિ સમક્ષ વિખ્યાત રસાયનશાસ્ત્રી સર પ્રફુલ્લચંદ્ર રાયે ફેબ્રુઆરી ૧૯૧૮ માં આપેલા ભાષણનો અનુવાદ. સર પ્રફુલ્લચંદ્ર રાયના લેખો અને ભાષણો, તેમના જીવનચરિત્ર સાથે થોડા સમય પહેલાંજ મદ્રાસવાળા મી. નાટેસન તરફથી પ્રસિદ્ધ થયાં છે. તેમાં કરેલા સુધારા વધારા પ્રમાણે આ અનુવાદમાં પણ ફેરફાર કરવામાં આવ્યો છે. તેમનું જીવનચરિત્ર બીજા કોઈ પ્રસંગે ગુજરાતીમાં લખાશે પરંતુ તેમનાં જીવન કાર્ય સંબંધી એટલું કહેવાની જરૂર છે કે રસાયનવિદ્યાના અધ્યાપક તરીકે, પ્રાચીન હિંદુ રસાયનના ઇતિહાસના શોધક તરીકે, અર્વાચીન રસાયનિક અન્વેષણમાં એક નેતા તરીકે, ગરીબ વિદ્યાર્થીઓના જ્ઞાન અને ધનથી પોષક અને ઉત્તેજક તરીકે, અને બંગાળના રાસાયનિક ઉદ્યોગોનાં કારખાનાનાં આદ્ય ચાલક તરીકે, તેમનું નામ હિંદના ઇતિહાસમાં સદાને માટે ઉજ્જવળ રહેશે.)

આજનુ ભાષણ મારા છેલ્લા ભાષણના અનુસંધાનમાં છે એ કહેવાની જરૂર નથી.

થોડાં વર્ષો પહેલાં હિંદુશાસ્ત્રોની ઉત્પત્તિ અને પ્રાચીનતા વિષે પૌર્વાત્ય સાહિત્યમાં પ્રવીણ ગણાતા પંડિતોના અભિ-

પ્રાય ઘણુાજ અનિશ્ચિત હતા અને કેટલાક પંડિતો હિંદુ રસાયનના અસ્તિત્ત્વ વિષેજ ખુલ્લી રીતે શંકા દર્શાવતા. આ વિષે "હિંદના ધર્મો" વિષેના પુસ્તકમાં બાર્થ નામનો વિદ્વાન નીચે પ્રમાણે ઉલ્લેખ કરે છેઃ—

"જો કે બીજા શિવમાર્ગીઓ પારસમણીની શોધમાં પહેલેથી પ્રવૃત્ત હતા તે છતાં કીમીઆના વિષયમાં તો પ્રવીણ ગણાતા "સિત્તાર" આરબોના શિષ્ય હતા........ સાયણે શૈવમતના જુદા જુદા સંપ્રદાયોના વિવેચનમાં **रसेश्वरदर्शन** (પારાના ગુણ) સંબંધી એક અધ્યાય લખવાનું યોગ્ય ધાર્યું હતું; આ દર્શનમાં વેદાંત અને કીમીઆગીરીનો વિલક્ષણ સંકર જોવામાં આવે છે. આ સિદ્ધાંતનો મુખ્ય આશય રસાયનિક પદ્ધતિથી શરીરનું આખું રૂપ બદલીને અમર બનાવવાનો હતો. પારા અને અભ્રક એ શિવ અને ગૈારીનાં મુખ્ય ગુણોની બનેલી માત્રાઓનું સેવન કરવાથી, શિવ અને ગૈારીની સાથે એકલીન થઈ જવાનો છે. આ રૂપાંતરને જીવન્મુક્તિ કહે છે; આ જીંદગીમાં પ્રાપ્ત થઇ શકે તેવી મુક્તિ મેળવવાને માટે અજર અને અમર શરીરની પ્રાપ્તિ એ પહેલું સાધન છે. પરંતુ આ પ્રસંગમાં વપરાએલા ભક્તિ માર્ગના શબ્દો તો બહારનો ખાલી આડંબરજ છે અને એક અપવિત્ર અને બિભત્સ માર્ગને બહારથી સુશોભિત કરવાને માટેજ વપરાયેલા છેઃ આ ઉપરથી એમ પણ સ્પષ્ટ થાય છે કે ચૈાદમા સૈકામાં લખાએલા આ માર્ગનાં પુસ્તકમાં મુસલમાનોના વિચારોની અસર હતી. અફગાન, તુર્ક મુઘલ અને બીજા મુસલમાનો હિંદુસ્તાન જીતવાને આવ્યાં તે પહેલાં ઘણુાંજ પ્રાચીન સમયમાં ખલીફાના આરબો, મુસાફરો અથવા વેપારીઓ, હિંદમાં આવતા હતા અને આ પ્રદેશ સાથે

સંબંધ અને વ્યવહાર શરૂ કર્યો હતો.”

બુર્નેલ નામનો વિદ્વાન પણ, હિંદુ રસાયનશાસ્ત્રનો ઉદ્ભવ આરબોના સંસર્ગને લીધે થયો હતો એવી ખોટી માન્યતા ધરાવતો હતો. તાંજોર દરબારના પુસ્તકાલયમાંના હસ્ત લેખોમાંથી “રસસાર” નામના રાસાયનિક તંત્રના છેવટના એક ઉલ્લેખ ઉપરથી આરબોની શ્રેષ્ઠતા વિષે તે એકદમ નિર્ણય કરી દે છે. “**बौद्धमतं तथा ज्ञात्वा रससारः कृतो मया**” એટલે કે “બૌદ્ધ લોકોના મત અને વિચારનું જ્ઞાન મેળવીને પછીજ મેં મારૂં પુસ્તક રચ્યું છે;” આ વાકયમાં બૌદ્ધ એટલે મુસલમાનો એવો અર્થ બુર્નેલ કરે છે પરંતુ જો આ ટીકાકારે આખું “રસસાર” વાંચી જોવાનું ધૈર્ય રાખ્યું હોત તો તે આવી ગંભીર ભૂલ કરત નહિ, કારણ કે આગલા ભાગમાં ગ્રંથકારે સ્પષ્ટ રીતે દર્શાવ્યું છે કે આ બૌદ્ધ ભોટ દેશના એટલે કે તિબેટ દેશના હતા: “**एवं बौद्धा विजानन्ति भोट देश निवासिनः**। તિબેટ દેશમાં રાસાયનીઓ સારી સંખ્યામાં થઈ ગયા હતા. તે વિષે હું પછીથી કહીશ. હાલમાં તો એટલુંજ દર્શાવવાની જરૂર છે કે રસાયનવિદ્યા અને અંકગણિતના વિષયમાં હિંદુઓ આરબોના ગુરુસ્થાને હતા; આ વાત દશમા અને અગીઆરમા સૈકાના આરબ લેખકો કૃતજ્ઞતાપૂર્વક સ્વીકારે છે. આ વિષયનું વધારે વિવેચન અત્રે હું કરવાની જરૂર ધારતો નથી કારણ કે “હિંદુ રસાયનના ઇતિહાસ” વિષેના મારા પુસ્તકમાં આ વિષે એક જુદું પ્રકરણ લખ્યું છે. મુખ્ય વાત યાદ રાખવાની એટલી છે કે મનસુર અને હારૂન નામના ખલીફોના સમયમાં તેમના આમંત્રણથી હિંદુ પંડિતો બગદાદ ગયા હતા અને ચરક, સુશ્રુત અને બીજા

આયુર્વેદના ગ્રંથોનો તરજુમો કરી આપ્યો હતો.

પારાની દવાઓ બહારના ઉપચાર તરીકે મોડામાં મોડા અગીઆરમા સૈકામાં વપરાવા લાગી હશે. ચક્રપાણિ અતિસાર માટે રસપર્પટિકા (પારા અને ગંધકનું એક સંયોજીત દ્રવ્ય) વાપરવાનું લખે છે અને આ માત્રા પોતે શોધી કાઢવાનો દાવો કરે છે—**रसपर्पटिका निबद्धा चक्रपाणिना**, પરંતુ યુરોપમાં આ રસપર્પટી સત્તરમા સૈકાની શરૂઆત સુધી વપરાઇ ન હતી. યુરોપીય રસાયનના ઇતિહાસનાં પુસ્તકોમાં, રાસાયનિક વિદ્યાનો ઉપયોગ વૈદકમાં કરનાર તરીકે અને પારાની દવાઓ અંતરુપચાર માટે વાપરનાર તરીકે, મહાન્ પારસેલ્સસ (ઈ. સ. ૧૪૮૩–૧૫૪૧) નું નામ અપાય છે. પરંતુ ફ્રેંચ પાર્લામેંટ અને પારીસની વૈદકીય સભા તરફથી પારાસેલ્સસની આ શોધને જોખમભરેલી ગણીને તેનો નિષેધ કરવામાં આવ્યો હતો.

હિંદુ ઔષધ સંગ્રહમાંથી પારા વાળી દવાઓ સંબંધી મુસલમાન હકીમોને પણ ડર લાગતો; આ સંબંધી તલીફ્શરીફ લખે છે કે “ મારી સલાહ પ્રમાણે આ દવાઓ જેમ બને તેમ ઓછી વાપરવી.”

આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે હિંદુઓને આરબ અથવા તો બીજી પાશ્ચાત્ય પ્રજાઓ પાસેથી કંઈ પણ નવું શીખવાની જરૂર નહતી, કારણ કે આ વિષયમાં તે મૂળથીજ અગ્રસ્થાને હતા.

ધાતુવિદ્યામાં હિંદુઓની શ્રેષ્ઠતા—તે ઉપરાંત ધાતુવિદ્યાની એટલે કે ખનીજ પદાર્થોમાંથી ધાતુશુદ્ધિની ક્રિયામાં પ્રાચીન સમયથી હિંદુઓએ ખાસ શ્રેષ્ઠતા મેળવી હતી. લોખંડ અને પોલાદ (ગજવેલ) પકવવામાં તેઓની

ખ્યાતિ પશ્ચિમના બધા દેશોમાં પ્રસરેલી હતી. ડમાસ્કેસની પ્રખ્યાત તરવારો બનાવવાનો હુન્નર ઈરાનીઓ હિંદમાંથી શીખી ગયા હતા અને પાછળથી તેમની પાસેથી આરબો શીખ્યા હતા. દિલ્હી પાસેના કુતુબમિનારની નજીકનો દોઢ હજાર વર્ષ જેટલો પ્રાચીન લોખંડનો સ્તંભ, જગન્નાથપુરીના મોટી લોખંડની પીઢોના આડસરો (ગર્ડરો,) સોમનાથના નકશાવાળા દરવાજા, નારવારમાં મળી આવેલી ૨૪ ફીટ લાંબી લોખંડની તોપ—એ સર્વ પ્રાચીન હિંદની વિસ્મૃત કળાઓના ઉજ્જવળ કીર્તિસ્તંભો છે અને તે અચેતન હોવા છતાં પણ પ્રાચીન સમયમાં હિંદુઓએ ધાતુશોધન વિદ્યામાં મેળવેલી અદ્દભુત પ્રવીણતા વિષે નિર્ણયાત્મક સાક્ષી પુરી શકે છે. કુતુબમિનાર નજીકના સ્તંભને માટે ફર્ગ્યુસન લખે છે.

"તેના સમયનો ચોકસ નિર્ણય થઇ શકયો નથી. તેના ઉપર એક લેખ છે પરંતુ તે લેખના ઉપર તારીખ નથી. અક્ષરના રૂપ ઉપરથી પ્રિન્સેપ ત્રીજા અથવા ચોથા સૈકાના નિર્ણય ઉપર આવે છે; પરંતુ ભાઉ દાજીના મત પ્રમાણે આ અક્ષરો પાંચમા અથવા છઠ્ઠા સૈકામાં લખાયલા હોવા જોઇએ. ઘણું કરીને ચોકસ સમય આ બે કાળની મધ્યમાં હશે. અમારા પોતાના વિચાર પ્રમાણે ગુપ્તવંશના કોઇ એક ચંદ્રરાજાની સમયમાં ઇ. સ .૩૬૩ અથવા ૪૦૦ ના અરસામાં તે સ્તંભ બનાવેલો હશે."

એક બીજો વિદ્વાન લખે છે કે:—

"મોટા કુલડાઓમાં તપાવીને પોલાદ બનાવવાની રીતમાં ધારવાળાં હથિઆર બનાવવાને માટે જોઇતી કઠણાઇનું પોલાદ મેળવતાં કેટલીએકવાર ઘણીજ મુશ્કેલી નડે છે. [કારણ કે આ પોલાદમાં અમુક અંશ જેટલું કાર્બનજ

જોઈએ, તે કરતાં વધારે હોય તો નરમ વધારે થાય છે અને ઓછું હોય તો વધારે બરડ થઈને તૂટી જાય છે.] બીજી સાધારણ પદ્ધતિ પ્રમાણે જોઈતી કઠણાઇ મેળવવાને જુદી જુદી જાતના ખનીજ પદાર્થો એવા અંશમાં ભઠ્ઠીમાં ભેગા કરવામાં આવે છે કે જેથી ઉત્પન્ન થતું પોલાદ લગભગ જોઇએ તેવાજ અંશનું બની શકે. પરંતુ હિંદમાં જુદીજ પદ્ધતિ વપરાતી; લોખંડની ભઠ્ઠીમાં પહેલેથીજ કોલસા (કાર્બન)નો અંશ વધારે રાખવામાં આવતો. પછીથી તેમે પાણી ચઢાવતી વખતે આ વધારાનો અંશ તપાવીને બાળી નાખવામાં આવતો; આ રીતથી મહેનત વધારે પડે ખરી, પરંતુ તેનાથી જે કામને માટે જેટલું જોઇએ તેટલુંજ પ્રમાણવાળું પોલાદ બની શકે છે.”

જસત ધાતુની શોધ:—ખનીજ “રસક” માંથી જસત ધાતુ પ્રાપ્ત કરવાની કળા સર્વેથી પ્રથમ શોધી કાઢવાનું અદ્વિતીય માન પણ હિંદુઓનેજ ઘટે છે. **रसरत्न समुच्चय** માં આ કળાનું સવિસ્તર વર્ણન એવી સંપૂર્ણ રીતે કરવામાં આવ્યું છે કે એ પદ્ધતિવર્ણનને નહિ જેવા ફેરફાર કર્યાથી અર્વાચીન રસાયનશાસ્ત્રના પુસ્તકમાં સારૂં સ્થાન આપી શકાય. આ સ્થળે તે રીતનું વીગતવાર વર્ણન આપવાની જરૂર નથી. પરંતુ તે પદ્ધતિમાં દર્શાવેલા ક્રિયા કૌશલ્ય તેમજ નિરીક્ષણ શક્તિ માટે આપણને આશ્ચર્ય અને માન ઉત્પન્ન થયા વિના રહેતું નથી. આ રીતના શોધનકાળનો ચોકસ નિર્ણય થઇ શકતો નથી પણ આ રીતનું વર્ણન બારમા અને તેરમા સૈકાનાં પુસ્તકોમાં મળી આવે છે. આ સંબંધી રોસ્કો અને શૉર્લેમર નામના અર્વાચીન રસાયનિકો લખે છે કે:—

" જસત ધાતુના ગુણોના અભ્યાસ કરનાર રસાયન શાસ્ત્રીઓમાં લિબાવીયસ પ્રથમ હતો, પરંતુ કઇ ખનીજમાંથી તે ધાતુ પ્રાપ્ત થાય છે તે વિષે તેને ખબર ન હતી. હિંદમાંથી એક વિલક્ષણ પ્રકારની " કલાઇ" મળી આવે છે એવી નોંધ તેણે કરી છે. આ જાતની " કલાઇ " (એટલે જસત) વલંદા લોકોની મારફત લિબાવીયસને મળી હતી. "

ક્ષાર બનાવવાનું જ્ઞાન—આ ઉપરથી પણ હિંદુઓ જસતની શોધમાં પ્રથમ હતા તે વાતને અપરોક્ષ રીતે પુષ્ટિ મળે છે. આયુર્વેદમાં ઉત્તમ ગ્રંથો ચરક અને સુશ્રુતના છે. અને તે બંને ઘણાજ પ્રાચીન સમયના છે એ તો સર્વ વિદિત છે. સુશ્રુતમાં ક્ષાર બનાવવાની રીત વિગતવાર સ્પષ્ટ રીતે આપેલી છે. મૃદુ અને તીક્ષ્ણ ક્ષારની વચ્ચે બતાવેલો ભેદ, અને તીક્ષ્ણ (જલદ) ક્ષારને રાખવાને માટે લોખંડના વાસણ વાપરવાની સુચના એ બંને ખરેખર શાસ્ત્રીય છે અને તેમાં સુધારો કરવાનો રહેતો નથી. અત્યારે પણ જલદ ક્ષાર (કોસ્ટીક અલ્કાલી) લોખંડના પીપોમાંજ આયાત કરવામાં આવે છે સુશ્રુતમાંનું " ક્ષારપાક " પ્રકરણ પ્રાચીન સમયમાં હિંદુઓએ શાસ્ત્રીય રીતે દવા બનાવવાની કળામાં મેળવેલી પ્રવીણતાનું દૃષ્ટાંત છે. આ પદ્ધતિ મી. બર્થેલોને નવીન અને અપૂર્વ લાગવાથી તેમણે એવી સૂચના કરી છે કે સુશ્રુતનો આ ભાગ હિંદુઓને યુરોપી રસાયનનું જ્ઞાન થયા પછીના સમયમાં ઉમેરાયો હશે! પરંતુ યુરોપીયન રાસાયનીઓ સાથેના સંબંધને સ્હેજ શંકાનું પણ સ્થાન નથીઃ કારણ કે અગીઆરમા શતકમાં થઇ ગએલા ગૌડ દેશના પાલવંશના

નયપાલ રાજાના રાજવૈદ્યના પુત્ર ચક્રપાણિએ સુશ્રુતના ગ્રંથમાંથી આ રીત અક્ષરેઅક્ષર ઉતારી લીધી છે. વળી "**विलिन्-पन्हा**" નામના પાલિકથાનકમાં, સડતા જખમના ઉપાય તરીકે તેને જલદ ક્ષારથી બાળી નાંખવા સંબંધી ઉલ્લેખ છે. આ કથાનક ઇ. સ્વી. પૂર્વે ૧૪૦ ના સમયનું હશે અને તે સમયમાં આ ક્ષાર બનાવવાની રીત પ્રચલિત હશે એમ સિદ્ધ થાય છે.

રાસાયનિક તંત્રોનો કાળઃ—હવે મારા છેલ્લા ભાષણમાં દર્શાવેલા રાસાયનિક તંત્રોના કાળ સંબંધી ઐતિહાસિક પ્રમાણોનું દિગ્દર્શન કરીશું.

रसेश्वरदर्शन નો કર્તા માધવ, **रसहृदयना** કર્તા ગોવિંદને "ભગવત" અને "પ્રાચીનાચાર્ય" એવાં ઉપનામ આપે છે. આવા ઉપનામ સમકાલીન ગ્રંથકર્તાને ભાગ્યે અપાય છે. અને તેથી અનુમાન થાય છે કે ગોવિંદ માધવના કરતાં ચારસેં પાંચસેં વર્ષ પહેલાં થઇ ગયો હશે. માધવ બનરાજાનો પ્રધાનમંત્રી હતો. તેથી એમ લાગે છે કે ગોવિંદનો કાળ નવમ અથવા દશમ શતક કરતાં મોડો હોવો જોઇએ નહિ. આ વિચારને આંતરિક પ્રમાણોથી પુષ્ટિ મળે છે. આ પુસ્તકની ત્રણ હસ્ત લેખીત નકલો મેળવવાનું મને સદ્ભાગ્ય પ્રાપ્ત થયું હતું—એક ઇંડીયા ઓફિસમાંથી, બીજી નેપાલ ખટમંડુના પુસ્તકાલયમાંથી અને ત્રીજી કાશીમાંથી. તેમાંથી છેલ્લી પ્રત ૪૦૦ વર્ષ જુની છે અને સર્વથી વધારે અગત્યની છે; તેના પ્રથમ વાક્ય ઉપરથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે કિરાતદેશના (અર્વાચીન ભૂતાનની નજીકના પ્રદેશના) રાજાની આજ્ઞાથી તે ગ્રંથ લખાયો હતો. "રાસાયનિક કળામાં પ્રવીણ, અને કિરાતરાજ તરફથી માન પામેલા એવા ભિક્ષુ ગોવિંદે આ

रस हृदयतंत्र રચ્યું છે. તથાગત (બુદ્ધ) ભગવાન આશિષ આપો." આ ઉપરથી એમ પણ નક્કી થાય છે કે ગ્રંથ-કર્તા બૌદ્ધ ધર્મનો અનુયાયી હતો. મદ્રાસના કેટલાક પંડિતોનું એવું માનવું છે કે ગોવિંદ અને વિખ્યાત શંકરાચાર્ય એ બંને એકજ વ્યક્તિના જુદા જુદા નામ હતાં; અને આ ધારણાની પુષ્ટિમાં शंकरदिग्विजयમાંથી કેટલાએક શ્લોકો બતાવવામાં આવે છે. પરંતુ ઉપરના અવતરણથી આ ધારણા ખોટી પડે છે, કારણકે બ્રાહ્મણ ધર્મના પ્રચંડ પક્ષકાર અને બૌદ્ધ ધર્મને નાશ કરવામાં મુખ્યકારણ રૂપ શંકર, પ્રતિપક્ષીના ગુરૂના આશીર્વચનની આશા રાખે એ ઘણુંજ અસંભવિત છે.

હંગેરીયન વિદ્વાન કોરોસ તિબેટના મઠોમાં વર્ષો સુધી રહી ગયો હતો; ત્યાંથી પાછાં ફર્યા પછી ઇસ્વી. ૧૮૩૯માં તિબેટના જ્ઞાનચક્ર "તાંજુર"માંથી સારરૂપે કેટલાંક સૂત્રો, "એશીઆટીક રીસર્ચીઝ"માં પ્રસિદ્ધ કર્યા ત્યારે ઘણા વિદ્વાનોનું ધ્યાન ખેંચાયું હતું; આ સૂત્રોમાં હરેક રોગનો નાશ કરવાને તેમજ શરીરની શક્તિ તથા બળ વધારવા માટે ઉત્તમ ઔષધ "પારા" વિષે એક પુસ્તક, અને હલકી ધાતુમાંથી સોનું બનાવવાને "પારસમણી"નો જુદા જુદા પુસ્તકો વિષે ઉલ્લેખ છે.

આ પુસ્તકો તિબેટમાં કેવી રીતે ગયા હશે તે સમજાવવાને માટે થોડું વિષયાંતર કરવાની જરૂર છે. તિબેટમાં બૌદ્ધ મતનો પ્રચાર થયા પછી ત્યાંની પ્રજામાં ઉત્તર હિંદના સાહિત્ય અને વિજ્ઞાનનાં ઉત્તમ પુસ્તકો વાંચવાની તીવ્ર ઇચ્છા થઇ હતી. તિબેટના રાજાના આમંત્રણથી બંગાળાના કેટલાએક નિપુણ પંડિતો ત્યાં ગયા હતા. તેમાં નાલન્દના

મઠનો મુખ્યાધિકારી સન્તરક્ષિત, પદ્મસંભવ અને દીપંકર શ્રીજ્ઞાન એ સૈાથી વધારે વિખ્યાત હતા; પાછળથી આ શ્રીજ્ઞાને રાજા નયપાલની ઇચ્છાથી વિક્રમશિલાના મઠનાં મુખ્યાધિકારીનું પદ સ્વીકાર્યું હતું. તિબેટમાં હિંદુવિદ્યા અને વિજ્ઞાનના પ્રચાર કરવામાં પંડિતોએ મોટો ભાગ લીધો હતો. સંસ્કૃત પુસ્તકોના અસલ અર્થ પ્રમાણે તિબેટન ભાષામાં તરજુમો કરવામાં આવ્યો હતો, અને આ પ્રમાણે સાહિત્ય અને વિજ્ઞાન વિષેના ઘણાં પ્રાચીન પુસ્તકો, જે એક વેળા નષ્ટ થએલાં ધારવામાં આવતાં હતાં તે અત્યારે સારી સ્થિતિમાં સચવાઇ રહ્યાં છે.

રસાયન વિદ્યાનો દક્ષિણમાં પ્રસારઃ—બૈાદ્ધ ધર્મના મહાયાનકાળમાં રસાયનવિદ્યાનો પ્રચાર પ્રબળ હતો; આ સમયમાં નાગાર્જુનને હસ્તે લખાયલા "રસરત્નાકર" નામના ગ્રંથનો કેટલોએક ભાગ સંપાદિત થયો છે. આ અમૂલ્ય ગ્રંથમાંથી મુસલમાનોના આગમન પહેલાના સમયમાં ઉત્તર હિંદમાં રસાયનવિદ્યાનો પ્રચાર કેટલો હતો તે સંબંધી ઘણીજ કીમતી માહીતી પ્રાપ્ત થાય છે. જુદા જુદા રાસાયનિક ગ્રંથોના ઐતિહાસિક કાળનિર્ણય સંબંધી વિવેચન કરવાને મને અત્યારે સમય નથી. પરંતુ એટલું કહેવું બસ છે કે નાલંદ, વિક્રમશીલા, ઉદન્દપુર અને બીજા મઠોને લગતા પાઠશાળાઓમાં દશદશ હજાર વિદ્યાર્થી ભણતા અને તે પાઠશાળાઓમાં રસાયનશાસ્ત્ર શીખવવામાં આવતું. છેલ્લા બે મઠો બખ્ત્યાર ખીલજી અને તેના જંગલી લશ્કરના હાથે નાશ પામ્યા હતા; તેમાંથી ઘણાખરા સાધુઓને મારી નાંખવામાં આવ્યા હતા, અને જે કોઈ બચવા પામ્યા તે નાસી ગયા. વિદ્વાન શાક્યશ્રી ઓરીસામાં અને પછીથી તિબેટ તરફ નાસી ગયો, રત્નરક્ષિતને નેપાલ જવું પડ્યું, અને

બુધ્ધામૃત અને બીજાઓ દક્ષિણ તરફ નાસી છુટયા. મગધ દેશમાંથી પણ તેવાજ નાસી છુટેલા પંડિતો દક્ષિણમાં એકઠા થયા અને વિજયાનગર, કલિંગદેશમાં અને કોકણમાં પાઠશાળાઓ સ્થાપી. જેવી રીતે ઇસ્તૂંબુલમાંથી કાઢી મૂકવામાં આવતાં ત્યાંના બૈઝાન્ટાઈન યુનાનીઓ પોતાની માનસિક સંપત્તિ (વિદ્યા) લઇને ઇટાલીના શહેરમાં વસ્યા હતા, તેવીજ રીતે આ મઠોના વિદ્વાન સાધુઓ તેમની સાથે તેમની વિદ્યાનો ભંડાર લઇનેજ નાઠા હતા. જેવી રીતે યુનાની વિદ્વાનોને મેડીસીના સમયમાં ફ્લૉરેન્ટાઇન પ્રજાસત્તાક રાજ્યમાં આશ્રય મળ્યો હતો, તેવીજ રીતે આ બૌધ્ધ સાધુઓને દકખણ અને તિબેટનાં રાજ્યોમાં ઉદાર આશ્રય મળ્યો હતો. તિબેટ અને વિજયનગર જેવા–દુનિયાના ખુણામાં પડેલા, અને બહારના રાજ્યો સાથેના સંબંધ વગરના–રાજ્યોને રસાયનવિદ્યાના ઉત્તમ ગ્રંથો મેળવવાનું માન શી રીતે મળ્યું અને માધવાચાર્યને આ ગ્રંથોમાંથી અવતરણ શી રીતે પ્રાપ્ત થઇ શકયાં તે બધાનો ખુલાસો હવે થઇ શકે છે. વળી ફક્ત રસાયનવિદ્યાનોજ અભ્યાસ પ્રાચીન હિંદમાં થયો હોત, તો એમ પણ તર્ક કરી શકાય કે તે વિદ્યા હિંદુઓ બીજી પ્રજા પાસેથી શીખ્યા હશે; પરંતુ એક પ્રજાની માનસિક શકિતની તુલના કરવામાં જ્ઞાનના વિવિધ ક્ષેત્ર અને શાખાઓમાં તેમનાં પરાક્રમો કેવાં છે તે જોવા જોઇએ; અને ગણિત શાસ્ત્ર, અંકગણિત, અક્ષર ગણિત, ભૂમિતિ, ખગોળવિદ્યા, નાદશાસ્ત્ર, ભાષાશાસ્ત્ર, વ્યાકરણ, ન્યાયશાસ્ત્ર, તર્કશાસ્ત્ર અને ધર્મવિદ્યા એ સઘળામાં પ્રાચીન હિંદુઓનો ફાળો નાનો નથી.

બીજી વિદ્યામાં હિંદુઓની પ્રથમતાઃ—ગણિત શાસ્ત્રનો ઇતિહાસકાર કેન્ટર, ગ્રીક ભૂમિતિ અને શુલ્વસૂત્રો એ બેના

સાદૃશ્યથી એટલો બધો ચકિત થયો હતો કે યુરોપીઅન સ્વભાવની રીત પ્રમાણે, તે એવા નિર્ણય ઉપર આવ્યો કે આ બંનેનું મૂળ મિસર દેશનો વિદ્વાન હીરો (૨૧૫ ઇ. સ. પૂર્વે) હોવો જોઇએ. પરંતુ આ શુલ્વ સૂત્રો ઇસ્વીસન પૂર્વે આઠમા સૈકા જેટલા પ્રાચીન છે. વળી પાયથાગોરસના હાથે સિદ્ધ થએલો કહેવાતો યુકલીડની ભૂમિતિના પહેલા પુસ્તકનો ૪૭ મો સિદ્ધાંત તેના પહેલાં આશરે બસેં વર્ષ પહેલાં હિંદુઓએ શોધી કાઢયો હતો એમ ડૅા. થીબોએ નિશ્ચિત કર્યું છે; જર્મન વિદ્વાન શ્રોડરનો પણ મત એવો છે કે પાયથાગોરસ હિંદુઓ પાસેથી ઘણું શીખ્યો હશે. વળી આપણે ભૂલી જવું ન જોઇએ કે સર્વથી ઉત્તમ શાસ્ત્રીય વ્યાકરણ, અને ઉચ્ચારશાસ્ત્રના ધોરણ પ્રમાણે રચાએલા મૂળાક્ષર હિંદમાં ઇસ્વીસન પૂર્વે સાત અથવા આઠમા સૈકામાં શોધી કાઢવામાં આવ્યા હતા. આ વિષે પ્રો. મેકડોનેલ લખે છે કે "અમે યુરોપીઅનો ૨૮૦૦ વર્ષ પછી અને વૈજ્ઞાનિક કહેવાતા કાળમાં હજુ એવા મૂળાક્ષરો વાપરીએ છીએ કે અમારી ભાષાના બધા ઉચ્ચારો દર્શાવી શકતા નથી. ઉપરાંત ત્રણ હજાર વર્ષ પહેલાંની પ્રાથમિક સેમીટીક પદ્ધતિના ગ્રીક અપભ્રંશ જેવાજ બધા અક્ષરો સ્વરો અને વ્યંજનો અવ્યવસ્થિત રીતે ભેગા ગોઠવીએ છીએ" વળી એ કહેવાની જરૂર નથી કે આરબ અથવા ગ્રીકોસીરીયન ગ્રંથોમાં વપરાએલા દશાંશ ચિન્હોની પ્રથા હિંદુઓને પહેલેથી માહીત હતી. કારણ કે તે સમય કરતાં ઘણાજ પ્રાચીન સમયના વ્યાસભાષ્યમાં આ દશાંશ પદ્ધતિ વાપરવામાં આવેલી છે.

આ ભાષણની શરૂઆતમાં બુર્નેલ અને બાર્થ નામના પૌર્વાત્ય વિદ્યાના અભ્યાસીઓનો અભિપ્રાય ટાંકવામાં

આવ્યો હતો કે હિંદુઓ આરબોની પાસેથી રસાયનવિદ્યા શીખ્યા હશે. પરંતુ આ અભિપ્રાય ખોટા છે એવું હવે મેં તમને બતાવ્યું છે. બીજા એક વિદ્વાનની એવીજ ભૂલ સુધારવાની મને જરૂર લાગે છે. ઑફ્રેટ નામના જર્મન વિદ્વાને હસ્ત લેખોના સંગ્રહનું મોટું પત્રક તૈયાર કર્યું છે; તેમાં **रसरत्नसमुच्चय** ના હસ્ત લેખની નોંધ લેતાં તે લખે છે કે મંગળાચરણમાં આહ્‌વાન કરવામાં આવેલા ૨૭ રસસિદ્ધો કલ્પિત હતા. પરંતુ ઉપરના વર્ણનથી તમારી ખાત્રી થઈ હશે કે આ રસસિદ્ધો કલ્પિત ન હતા; પણ તેઓમાંથી ગોવિંદ, નાગાર્જુન અને યશોધર જેવા બીજાઓ વિષે આપણને કોઈ શંકા રહેતી નથી. કારણકે તેઓ પોતાની શોધો અને સત્કાર્યોનાં અમર પુસ્તકો મૂકી ગયા છે. સુભાગ્યે આમાંનાં ઘણાં પુસ્તકો હજુ મોજુદ છે.

ઉપસંહાર—ગૃહસ્થો, હવે એકાદ વાકય કહીને હું મારું ભાષણ પૂરું કરવા માંગું છું આ છેલ્લા વાકયો મારા પોતાના અંગત સંબંધના છે અને તેથી તેને માટે તમારી ક્ષમા યાચું છું. એક હિંદુ તરીકે રસાયનવિદ્યાના વિષયમાં મને હમેશ રસ પડતો આવેલો છે. પરંતુ આપણા રાસાયની પૂર્વજો તરફથી વારસામાં મળેલાં અમૂલ્ય રત્નોના પુનરૂધ્ધાર કરવાના કાર્યમાં તન મન અને ધનથી પડવાનું કારણ બીજું હતું. સંસ્કૃત, પાલિ અને તિબેટી વાઙ્‌મયમાંથી અમૂલ્ય ભંડારોને પ્રકાશમાં લાવવાને માટે અને તેમને અગત્યનું સ્થાન આપવાને માટે આપણે સર વિલિયમ જોન્સ, કોલબ્રુક, પ્રિન્સેપ, લૅસન, બુર્નોફ, કૉરોસ વગેરે યુરોપીય વિદ્વાનોના આભારી છીએ. તે છતાં હિંદુ રસાયનવિદ્યાને ઘણા સમય સુધી કોઇ શોધક અને પ્રકા-

શક મળ્યો ન હતો. મને લાગ્યું કે જે મહાન પ્રજાનું નામ ધારણ કરતાં મને મગરૂરી ઉપજે છે તે પ્રજા તરફનું આ ઋણ મારે માથે હતું. તેથીજ આ હાથે ઉપાડી લીધેલું કાર્ય સિદ્ધ કરવામાં મારા જીવનના ઉત્તમ વર્ષો ગાળવામાં મને દેશધર્મ લાગ્યો. આ કામમાં મારી મહેનત કેટલે અંશે સફળ થઇ છે તે વિષે અભિપ્રાય આપવાનું કામ મારૂં નથી. રસાયનવિદ્યાના ક્ષેત્રમાં પ્રાચીન હિંદુઓના પરાક્રમો વિષે આપણને કોઇ રીતે શરમાવાનું છેજ નહિ. તેથી ઉલટું તેમના સમય અને દેશકાળ જોતાં મને તેમને માટે અભિમાન છે. હું તમને તે વિદ્યાના અભ્યાસમાં મચ્યા રહેવાને આગ્રહપૂર્વક વિનંતિ કરૂં છું અને તમારા યશસ્વી પૂર્વજોના તમે લાયક વંશજો છો, એમ તમારા કાર્યથી સિદ્ધ કરી આપશો એવી આશા રાખું છું.

પાણીનું ટીપું: તેની આત્મકથા.×

મુંબઇ શહેરમાં સર્વથી સુંદર અને રમણીય સ્થળ બાબુલનાથની ટેકરી પાસેના તળાવની ઉપરનો ભાગ છે.

× સુંદરી સુબોધ સન ૧૯૧૭માં પ્રથમ પ્રસિદ્ધ.

પદાર્થવિજ્ઞાન વિષે હવે નિશાળો અને કૉલેજોમાં જ્ઞાન અપાય છે. તે છતાં આ ભણેલું ભૂલી જતાં વાર લાગતી નથી. દાખલા તરીકે વરસાદ, ઝાકળ, બરફ, એ પાણીનાં રૂપો શી રીતે બને છે, તે વિષે કેટલીએક વખત ગંભીર અજ્ઞાનતા બતાવવામાં આવે છે. એક વખત કોલેજના વિદ્યાર્થીઓ બરફવાળા વાસણની બહાર દેખાતાં પાણીનાં ટીપાં ક્યાંથી આવે છે તેનો વિચાર કરતાં વાસણની અંદરનાં બારીક છિદ્રોમાંથી આવે છે એમ નિર્ણય ઉપર આવ્યા હતા! વળી, ગુજરાતમાં હીમ અને બરફ પડવાનું કારણ સમજાવતાં એક ગ્રેજ્યુએટ સ્કુલમાસ્તરે છોકરાઓને કહ્યું હતું કે હિમાલયના શિખરો ઉપરથી પવન બરફને ધસડીને અહીં સુધી લાવે છે!!! આવી સાધારણ બાબતોમાં પણ આપણા કેળવાયેલા બંધુઓ અજ્ઞાન બતાવે તે શોકજનક છે. આ વસ્તુસ્થિતિનું મુખ્ય કારણ શિક્ષકોની પદ્ધતિ છે—જાણે કે વિજ્ઞાન એ એક મહા કઠિન અને ગૂઢ વિષય હોય અને આપણી રોજની જીંદગી સાથે તેનો કાંઇજ સંબંધ ન હોય તેવી રીતે શીખવાડવામાં આવે છે....

આ બાગના એક ખુણા ઉપરથી અર્ધચંદ્રાકારમાં ગોઠવાએલાં ચોપાટી, કોટ અને કોલાબાનાં ભવ્ય મકાનો અને લગભગ આખા મુંબઇનું એક ચિત્રપટ પર દર્શન થાય છે; અને બીજી બાજુએથી લાંબે સુધી દેખાતા સમુદ્ર અને અસ્ત પામતા સૂર્યની લીલા થાકેલા મનુષ્યને શાંતિ અને આનંદ આપે છે અને કુદરતની રચના જોવાને પ્રેરે છે. આ સ્થળે હું ઘણીવાર ફરવા જાઉં છું. એક સાંજરે આ ઠેકાણે અસ્ત પામતા સૂર્યની સાથે ગેલ કરતી શ્રાવણ માસની વાદળીઓ, તેમના બદલાતા રંગ અને આકાર, તેમજ સૂર્યનાં દર્શન અને અદર્શન વગેરે દેખાવ, જોતો બાગની દિવાલ ઉપર હું બેઠો હતો. તેટલામાં વરસાદનું એક નાનું સરખું પણ સખત ઝાપટું આવ્યું. "શ્રાવણ માસનું સરવરીયું" બંધ પણ થઇ ગયું. ફરીથી વરસાદ પડે તેવું લાગતું ન હતું, તેથી સૂર્યાસ્તનું સૃષ્ટિસૌંદર્ય જોવાની ઉત્કંઠાથી હું પાછો મારી જગ્યાએ બેઠો, અને બેસતાં બેસતાં પાસેના ઝાડના પાંદડાં ઉપર પાણીના એક ટીપાં ઉપર મારી નજર ગઇ. પાંદડું નાનું હતું અને પાણીનું ટીપું પણ નાનું એકલું એકજ હતું. ઘેરા લીલા રંગના પાંદડા ઉપર તાજા વરસાદનું આ ટીપું ગોળ અને સફેત હોવાથી શુદ્ધ મોતી જેવું લાગ્યું. તે જોતાં પાણીના બિંદુને મોતી ધારીને તેને પકડવા જનાર મૂર્ખ માણસની વાત યાદ આવી અને તે વિચારમાં હું તેના સામું જોતો હતો તેટલામાં તે પાણીનું ટીપું—કાં તો પવનના જોરથી હાલતું હોય અથવા ફરતું હોય તેથી—મને સંબોધીને બોલે છે તેવી ભ્રમણા થઇ.

"ક્ષુદ્ર મનુષ્ય! તું તારી છાછરી અક્કલથી મારા કરતાં મોતીની કિંમત વધારે આંકે છે તે તારી ભૂલ છે.

હું અને મારા મિત્રો (પાણીના બીજા બિંદુઓ) સ્થિર નથી, પણ અમર છીએ. અમારી અસ્થિરતા અને ચંચળતાને લીધેજ અમારૂં અમરપણું જાળવીએ છીએ. શહેરોની ગીચ વસ્તીમાં રહેનારા તારા જેવા મનુષ્યોને અમારો મહિમા, અમારૂં ગૌરવ, અને અમારી વિભૂતિઓનું ભાન હોઇ શકેજ નહિ."

મારી વિચારશક્તિ ઉપર આક્ષેપ કરનારા આવા શબ્દોથી હું વિસ્મય પામ્યો; પણ કંઇક થાકથી અને કંઇક કુતુહલથી શાંત બેસી રહ્યો. આ અવાજ આગળ વધતો હોય તેમ લાગ્યું:—

"જુઓ ! આ પૃથ્વી ઉપર મનુષ્ય, પ્રાણી અને વનસ્પતિને આવશ્યક પાણી આપનાર હું અને મારા મિત્રોજ છીએ. અમારી વિભૂતિઓ ઘણી છે અને અમારા અવતારો અસંખ્ય છે; અમે વરાળ બાષ્પ, ધુમસ, વાદળીઓ, વરસાદ, બરફ, કરા વગેરે અનેક રૂપો લઇ શકીએ છીએ, અને અમારી વિભૂતિઓ મનુષ્ય અને પ્રાણી માત્રના ઉપકારને માટે હોવાને લીધેજ અમે નદી, કુંડ, સમુદ્ર વગેરે રૂપોમાં પૂજાઇએ છીએ. અમારી મદદ સિવાય અને અમારી હાજરી સિવાય ગામો અને શહેરો બંધાઇ શકતાં નથી અને બંધાય તો ટકી શકતાં નથી. પૃથ્વી ઉપરથી અમે જતા રહીએ તો પૃથ્વી ઉપર કોઇ પ્રાણી રહી શકશે નહિ. આ હવામાં પાણીનો ભાગ ન હોય તો સૂર્યનો બધો તાપ અને તડકો એકદમ સીધો લાગવાથી પૃથ્વી તપી જાય; પણ અમે અદૃશ્ય વરાળ રૂપે રહીને સૂર્યનું પૂર્ણ તેજ અને ગરમી તમારી પૃથ્વી ઉપર પડતાં અટકાવીએ છીએ. તેવીજ રીતે રાત્રિએ પૃથ્વી તરફથી બહાર નીકળતી

ગરમી અમે શોષીને પૃથ્વીને એકદમ ઠંડી પડતી અટકાવીએ છીએ. એટલે કે પૃથ્વી ઉપરની હવામાં અમારી હાજરી ન હોય તો તમે દિવસના સૂર્યના તાપથી બળી જાવ અને રાત્રિએ પૃથ્વીની ગરમી જતી રહેવાથી ઠરી જાવ. અમારી ગેરહાજરીમાં આકાશમાં વાદળાં બનતાં અટકે, વરસાદ પડતો બંધ થાય, નદી, નાળાં, ઝરણો સુકાઈ જાય અને સૂર્યમંડળના બીજા ગ્રહો માફક પૃથ્વી ઉપર પણ કોઈ પ્રાણી રહી શકે નહિ.

"હવે તો તમે કબૂલ કરશો કે મોતી કરતાં અમારી કિંમત વધારે છે. તમને મોતી પ્રિય હોય તો પણ યાદ રાખજો કે "માછલીના પડમાં અમારા સિવાય મોતી પણ બાઝી શકતાં નથી." હજુ સાંભળો, અમારી વિભૂતિઓ અને અમારા અવતારોનો ઇતિહાસ. પાણીમાંથી વરાળ અને તેમાંથી વાદળીનું રૂપ લઈને હવામાં ઘૂમવું અને તેમાંથી પાછું પાણી અથવા બરફ થઈને પૃથ્વી ઉપર આવવું, એ તો અમારે મન રમત જેવું છે. ખાસ કરીને જયારે જયારે ઉનાળાના તાપથી કંટાળેલાં મનુષ્યો અમારી પ્રાર્થના કરેછે ત્યારે અમે વરસાદનો અવતાર લેવામાં આળસ રાખતાં નથી. કાલે સવારેજ હું અને મારા મિત્રો અરબી સમુદ્રમાં હતાં; ત્યાંથી આજે અમે વરસાદના રૂપમાં અહીં આવ્યા છીએ. પણ ઘણી વખત તો અમે ઘણા દિવસ અને મહિનાઓ સુધી હવામાં રમત કરીએ છીએ.

"પહેલાં તો પાણીની બાષ્પ (વરાળ) થઈને હવા (૧),

(૧) મુખ્ય વસ્તુ યાદ રાખવાની એ છે કે હવા પાણીને ચૂસી લેવાની ચોક્કસ શકિત ધરાવે છે; હવા વધારે ગરમ હોય તો તે બાષ્પ (વરાળ)ને વધારે પ્રમાણમાં ચૂસી શકે છે અને હવા ઠંડી

સાથે મળી જઇને ઉંચે ચઢીએ છીએ અને ત્યાં અદૃશ્ય રહીએ છીએ; ઉંચે ચઢતાં કેટલાંએક કારણોથી હવા ઠંડી થતી જાય છે અને તેવે પ્રસંગે રજકણો (૨) હોય તો તે રજકણોને બાઝીને

કરવામાં આવે તો વધારાની બાષ્પ છુટી પડશે અને ધુમસ, વાદળી, વરસાદ અથવા બરફ એમાંથી કોઇનું રૂપ પકડશે. શિયાળામાં આપણા મોંમાંથી નીકળતી ગરમ હવામાં બાષ્પનું પ્રમાણ વધારે હોય છે; તેથી તે જો ખુલ્લી ઠંડા હવાના સ્પર્શમાં આવે તો વધારાની બાષ્પ એક નાના ધુમસ અથવા વાદળનું રૂપ લે છે, અને મોંમાંથી "વરાળ" નીકળે છે એમ આપણે કહીએ છીએ. આજ પ્રમાણે આકાશમાં હવા ઠંડી થવાથી વધારાની બાષ્પ વાદળીનું રૂપ લે છે, અને જો તેથી વધારે ઠંડી થાય અને બાષ્પનું પ્રમાણ વધે તો વાદળીનો વરસાદ થાય છે; અને જો હવા તેથી પણ વધારે ઠંડી થાય તો આ વરસાદ પાણીને બદલે બરફના આકારમાં પડે છે.

૨ હવામાં રહેલાં રજકણો ઘણું અગત્યનું કામ કરે છે. જૂઓ આ પુસ્તકના અંતે "ધૂળ" નામનો લેખ. આ રજકણો ઉપરથી સૂર્ય અને પૃથ્વીના તેજનું પુનરાવર્તન થઇને આવતા રંગોને લીધેજ આકાશનો રંગ સુંદર આસમાની લાગે છે; રજકણો ન હોય તો સઘળું આકાશ ભયંકર કાળા રંગનું દેખાય. વળી આ રજકણો ન હોય તો હવામાં રહેલી બાષ્પનું વાદળીના રૂપમાં ઘનીકરણ થઇ શકે નહિ. આ વાત ઘણા પ્રયોગોથી સિદ્ધ થઇ છે. એ નાનો પ્રયોગ સહેલાઇથી દરેક કુટુંબમાં થઇ શકે તેમ છે. બે બીલકુલ સ્વચ્છ કાચની શીશીઓમાં બે ચાર પાણીનાં ટીપાં નાંખો; અને શીશીઓને ખૂબ હલાવો કે જેથી શીશીમાંની હવા બને તેટલું પાણી ચૂસી શકે: પછી એકમાં સળગતી દીવાસળીના ધુમાડાના રજકણો દાખલ કરો અને બંને શીશીઓ હવે સરખાવો. જે શીશીમાં રજકણો દાખલ થયાં હશે તેમાં ધુમસ જેવી વાદળી બંધાઇ હશે.

વાદળીનું રૂપ લઇએ છીએ વાદળીઓના રૂપમાં પણ અમે ઝીણાં ઝીણાં પાણીનાં ટીપાંજ હોઇએ છીએ. કેટલીએક વખત સૂર્ય અનુકૂળ જગ્યાએ હોય તો અમારામાંથી કેટલાએક, ઝુમરના પહેલવાળા કાચની માફક, સૂર્યની સફેદ રોશનીને જુદા જુદા રંગમાં વહેંચી નાંખીએ છીએ અને તેથી તમને મેઘધનુષ્યના સુંદર અને અપ્રતિમ દર્શનનો લાભ મળે છે. વાદળીઓના રૂપમાં અમારે પવનની સાથે ઘસડાવું પડે છે અને કેટલીએક વખત પવન ખૂબ જોરમાં હોય તો અકેક સાથે અથડાઇને ગંભીર ગર્જના અને ગાજવીજ ઉત્પન્ન કરીએ છીએ. આ બધી વાદળીઓ ગાજતી નથી અને ગાજે તે બધી વરસાદનું રૂપ લેતી નથી. જો સૂર્યનો તાપ મળે તો આ વાદળીઓ હવામાં ઓગળી જાય છે પણ જો તેને કોઈ પણ કારણથી (૩) ઠંડી હવા મળે તો તે વધારે ઘન રૂપ લઇ

૩ હવા ઠંડી થવાનાં બે મુખ્ય કારણો હોય છે. એક તો ઠંડા પ્રદેશો અથવા પર્વતો સાથે સંસર્ગમાં આવવાથી હવા ઠંડી થાય છે; બીજું પૃથ્વીના વાતાવરણમાં ઉંચા ભાગોમાં હંમેશાં ઠંડી હવા રહે છે. આસરે ત્રણેક માઇલ સુધી ઉંચે જઇએ, તો હવા બરફ જેટલી ઠંડી હોય છે. તે હવા કોઇ વખત તોફાનના જોરથી નીચે આવે તો નીચેની હવા પણ ઠંડી થઇ જાય છે. વળી વાતાવરણના ઉંચા પ્રદેશોમાં હવાનું દબાણ ઓછું હોવાથી ઉપર ચઢતી હવા એકદમ બહોળી જગ્યામાં પથરાઇ જવાથી ઠંડી પડે છે. (Cooling by Expansion) આ છેલ્લી રીતની પૂર્ણ સમજણ આપવાની જરૂર નથી. પણ એક પ્રયોગથી સારો ખ્યાલ આવશે. છેલ્લા પ્રયોગમાં વાપરેલી શીશી સાફ કરીને કામમાં લેવાશે. તેમાં પાણીને હલાવી રાખવાથી કાંઇ ફેરફાર થતો નથી; પણ તેનાથી હવા મોં વતી અથવા સંચા-

વાદળીમાં રહેલું બધું પાણી વરસાદ અથવા બરફના રૂપમાં નીચે આવે છે. વાદળીમાં અમે ઘણા નાના નાના પાણીના બિંદુ તરીકે રહીએ છીએ અને વરસાદનું રૂપ લેતાં આ બિંદુઓ મોટા થાય છે. છેવટે અમે બધા ભેગા થઇને નાનો વહેળો બનાવીએ છીએ; અને તે રૂપમાં નદી, નાળામાં થઇને આખરે સમુદ્રને મળીએ છીએ. આ સમુદ્રમાંથી ફરીથી સૂર્યના તાપથી વરાળનું રૂપ લઇને અમે આકાશમાં વિહરવાનું અમારૂં સ્વચ્છંદી અને સ્વતંત્ર કાર્ય ફરી શરૂ કરીએ છીએ. આજે હું એકલું પડયું છું તેથી વરાળના રૂપમાં હવામાં મળીને આકાશમાં જવાનો પ્રસંગ મને વહેલો પ્રાપ્ત થશે એમ હું ધારૂં છું. પાણીના રૂપમાં પૃથ્વી ઉપર રહેવા કરતાં અથવા આકાશમાં વાદળીઓ તરીકે પવન સાથે ભટકવા કરતાં, અદૃશ્ય વરાળ રૂપે રહેવાનું અમને બહુ ગમે છે. આ કારણથી કોઇ વખતે અમારે મુંબઇ જેવા ગીચ વસ્તીના શહેરોમાં આવવું પડે છે તો અમને બીલકુલ ગમતું નથી; કેટલીએક ગટરોમાંથી તો અમારો છુટકારો કેટલે વર્ષે પણ થતો નથી. પવન અને સૂર્યના તેજના અભાવથી અમારે પાણીના રૂપમાં રહેવું પડે છે; અને મેલ, ગંદકી, અને જંતુઓની સોબતમાં વખત પસાર કરતાં અમને ઘણો કંટાળો આવે છે. કોઇ વખતે ચોમાસાના ભેજવાળા દિવસોમાં હોટલો અને વીસીઓમાં અમારે પાણી-નાજ રૂપમાં ઘણો વખત સડવું પડે છે, તેવામાં સહેજ

વતી ચૂસી લઇએ તો હવાનું દબાણ ઓછું થવાથી અને હવા ઠંડી પડવાથી ધુમસ બંધાશે, આવીજ રીતે આકાશમાં પણ હવાનું દબાણ કેટલાએક કારણોથી ઓછું થવાને લીધે હવામાં રહેલી વરાળનો ભાગ ઠંડો થવાથી વાદળાનું રૂપ પકડે છે.

પવનની મદદથી સુકાઈને વરાળ રૂપમાં આવીએ છીએ તો બરફ અને આઈસક્રીમના શોખીનો બરફથી આજુબાજુની હવા ઠંડી કરી નાંખીને અમને-અમારાં હવામાં રહેલા અદૃશ્ય બાષ્પના રૂપને-પાછા પાણીના રૂપમાં લાવે છે. તમે કેટલીએક વાર જોયું તો હશે કે બરફવાળા વાસણોની બહારની બાજુ ઉપર પાણીનાં ટીપાં બાઝે છે; આ ટીપાં અમારાંજ સ્વરૂપ છે, અને હવામાં રહેલા અદૃશ્ય રૂપમાંથી બનેલાં હોય છે.

"આવીજ રીતે કોઈ વખત હવા બરફના જેટલી ઠંડી થઈ જવાથી અથવા તો હવામાં બાષ્પનું પ્રમાણ વધી જવાથી અમારે ઝાકળ અને ધુમસનું રૂપ લેવું પડે છે. વાદળાં વગરની શાંત રાત્રિએ જમીન, ઝાડ, અને ઘાસ વગેરે વસ્તુઓ હવામાં પોતાની ગરમી છોડી દેવાથી બરફ જેટલી ઠંડી થઈ જાય છે ત્યારે અમારે પણ તેમના સંબંધમાં રહેવાનું હોવાથી ઝાકળના રૂપમાં પાણી બનવું પડે છે. કેટલીએક વખત જમીન અથવા પાણીની સપાટી આટલી બધી ઠંડી ન હોય અને હવામાં ભેજનું પ્રમાણ વધારે હોય તો અમારામાંથી ઘણાને ધુમસના આકારમાં ગોઠવાઈ જવું પડે છે. ધુમસ અને વાદળીઓ એ અમારા બંને સ્વરૂપોમાં બહુ ફેર નથી હોતો; મુખ્ય ફેર એ હોય છે કે વાદળીઓ હવામાં ભટકે છે ત્યારે ધુમસ જમીન અથવા પાણીની સપાટી ઉપર રહે છે. સૂર્યનું તેજ હોય તો અમારે ધુમસ અને ઝાકળના રૂપમાં બહુ વાર રહેવું પડતું નથી. કારણ કે હવા ગરમ થવાથી અને તેની પાણી ચૂસવાની શકિત વધવાથી, ધુમસ અને ઝાકળ ચૂસાઈ જાય છે અને અમને અમારી સ્વતંત્રતા જલદીથી પ્રાપ્ત થાય છે.

" કેટલીએક વખતે હવા બહુજ ઠંડી થઇ જાય છે અને જો બરફના કરતાં પણ વધારે ઠંડી થઇ જાય તો અમારે બરફ, હીમ અથવા કરાના રૂપમાં નીચે આવવું પડે છે. પૃથ્વીના વાતાવરણમાં જેમ ઉંચે જઈએ તેમ હવા ઠંડી થતી જાય છે અને જો ત્રણેક માઇલ ઉપર જઇએ તો હવા હંમેશ બરફ કરતાં ઠંડી હોય છે. તોફાનના જોરથી કોઈ વખત આ ઠંડી હવા નીચે આવીને અમને અને અમારી વાદળીઓને બરફના રૂપમાં ફેરવી નાંખે છે અને આ બરફના રૂપમાંજ અમે ઘણી વખતે નીચે આવીએ છીએ. ખાસ કરીને હિમાલયનાં અસંખ્ય શિખરો અને પર્વતો ઉપર અમે ઘણું કરીને બરફના રૂપમાંજ રહીએ છીએ. આ સિવાય અમે કેટલીએક વખત ગરમ હવામાં મોટી સંખ્યાબંધ મળેલા હોઇએ છીએ અને આ હવા એકદમ ઉંચે ચઢવાથી અને ઓછા દબાણવાળી જગ્યામાં જવાથી ઠંડી થઈ જાય છે અને આ ઠંડકથી પણ અમારે બરફનું રૂપ લેવું પડે છે અને પર્વતોથી દૂર તેવી જગ્યામાં હીમ અથવા કરાના રૂપમાં નીચે આવીએ છીએ. આ બરફના રૂપમાંથી પણ પાછું પાણી અથવા વરાળનું રૂપ લઈએ છીએ, અને ઉનાળામાં પર્વતો ઉપરનો બરફ ઓગળવાથી પાસેની નદીઓના પાણીમાં ભરતી કરીએ છીએ. પછી નદીઓમાંથી સમુદ્રને જઇને મળીએ છીએ, અને જતાં જતાં પર્વતોને તોડતાં જઈએ છીએ અને તેમાંથી પત્થરો લઇને પાણીના વહેળામાં પત્થરોનો પણ ચુરો કરતાં કરતાં તેમને રેતીના રૂપમાં આણીએ છીએ. પર્વતો અમને ઘણીવાર બરફ અને પાણીના રૂપમાં કેદ રાખે છે. પણ અમે તેમનું વેર ઘણી રીતે લઇએ છીએ.

પર્વતોની નાની તડોમાં અમને કેટલીક વાર કેદ કરવામાં આવે છે તો અમે બનતા સુધી નીચે થઇને પલાયન કરી જવાનો રસ્તો શોધી કાઢીએ છીએ, નહિ તો અમારે શિઆળો સુધી વાટ જોવી પડે છે અને શિઆળામાં બરફનું રૂપ લઇને આ પર્વતોને તોડીને (૪) અમારી સ્વતંત્રતા પ્રાપ્ત કરીએ છીએ ત્યારે અમે તેને ઘણી રીતે નુકસાન કરી શકીએ છીએ. લાખો વર્ષ સુધીના અમારા પાણીના મારાને લીધે અરવલ્લી અને સહ્યાદ્રિ પર્વતો પહેલાં કરતાં નાના થયા છે; તેમની ઉંમરના પ્રમાણમાં હિમાલયના પર્વતો ઉંચા અને લાંબા હોવા છતાં ઉંમરમાં હજુ બચ્ચા સમાન છે. હિમાલયનો ગર્વ પણ અમે ધીમે ધીમે ઉતારીશું; જો કે આ કામ કરતાં અમને લાખો વર્ષો લાગશે અને તમારાં મનુષ્યો તે જોઈ શકશે કે કેમ તેની શંકા છે.

"અમારી આટલી સર્વવ્યાપી વિભૂતિઓ છતાં અમે તમને મનુષ્યોને હંમેશા મદદ આપીએ છીએ. વનસ્પતિ અને ઝાડોના મૂળોમાં દાખલ થઇને તેમને જીવનરસ બનાવવામાં મદદ કરીએ છીએ, અને ત્યાં અમારૂં કામ કરીને પાંદડાંના છિદ્રો વાટે બહાર નીકળી જઇએ છીએ. પ્રાણીઓના પેટમાં પેસીને તેમના જીવનને યોગ્ય મદદ આપીને અમે બીલકુલ બદલાયા વિના પાછી અમારી શાશ્વત પ્રવૃત્તિ

(૪) પાણીના કરતાં બરફ વધારે જગ્યા રોકે છે. તેથી શિઆળાની ઠંડીને લીધે પાણીનું બરફ બનતાં બરફ વધારે જગ્યા મેળવવાનું જોર કરે છે. આ જોર કેટલીએક વખતે એટલું બધું પ્રચંડ હોય છે કે પર્વતની બાજુઓને સુરંગની માફક તોડી શકે છે. આજ કારણથી યુરોપના ઠંડા પ્રદેશોમાં પાણીના નળની નળીઓ શિઆળામાં ઘણીવાર ફાટી જાય છે.

ચેાજ્યા કરીએ છીએ. કેટલીએક વખતે તમે હવાના રૂપમાં, શાહીના રૂપમાં અને શીશીઓમાં બંધ કરીને ઘણા દૂર દેશાવર મેાકલેા છેા તે છતાં પણ આખરે અમને અમારી સ્વતંત્રતા મેળવવી અઘરી પડતી નથી. તમે અમને કેદ કરીને મીલેાના બેાઇલરેામાં લઇ જઇને વરાળ રૂપે અમારી પાસે કામ કરાવેા છેા; તે છતાં પણ અમે તમારી ઉપર દયા લાવીને તમારૂં કામ કરી આપીને પાછા અમારે રસ્તે પડીએ છીએ; પરંતુ આટલાથી સંતેાષ ન પકડતાં કેટલાએક કૃતઘ્ન મનુષ્યેા તેા અમારૂં વ્યક્તિત્વ નાશ કરવાના પ્રયત્ન કરે છે અને વિજળીની મદદ લઇને અમને હાઇડ્રોજન અને એાક્સિજન નામના વાયુમાં છુટા પાડે છે. આટલી વખત અમારે અમારૂં અમરત્વ છેાડવું પડે છે. પણ તેનાથી અમારી શાશ્વત જીંદગીને કંઇ નુકસાન થતું નથી. ભલેને તમે હાઇડ્રોજન છુટેા પાડીને વિમાનમાં ભરેા અથવા હવામાં છેાડેા પણ તે આખરે આકાશમાં વિજળીની મદદથી પાણીના રૂપમાં બદલાઇ જાય છે. હજુ સુધી આ પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પાણીનેા ભાગ અને પ્રમાણ એાછાં (૫) થયાં નથી.

---

(૫) આનું મુખ્ય કારણ તેા એ છે કે વાતાવરણમાં જેમ ઉંચે જઇએ છીએ તેમ હવા પાતળી અને આછી થતી જાય છે અને તેમાં પાણી અને બાષ્પનેા ભાગ એાછેા થતેા જાય છે. જેથી પાણીનેા કેાઇ પણ ભાગ અવકાશ (Space) માં જઇ શકતેા નથી અને તેથી પૃથ્વી અને તેના વાતાવરણમાં રહેલું, વરાળ વિગેરે રુપમાં રહેલા કુલ પાણીનું પ્રમાણ હંમેશાં એક સરખું રહે છે. પાણીમાંથી હાઇડ્રોજન વાયુ થાય તેા તે વાયુનું હવાના એાક્સિજન વાયુ સાથે વિજળીની અસરથી પાછું પાણી બને છે.

એવા કરોડો વર્ષોથી પૃથ્વી ઉપર પાણીનું પ્રમાણ છે તે જેટલું ને તેટલુંજ રહ્યું છે: એજ બતાવી આપે છે કે અમે અમર રહ્યા છીએ અને હજુ અમર રહીશું....”

આ અવાજ એકદમ બંધ થયો. એક સખત પવનના ઝપાટાથી પાણીનુ ટીપું પાંદડાં ઉપરથી નીચે પડી ગયું અને નીચેની રેતાળ જમીનમાં ચૂસાઇ ગયું ! તેની શાશ્વત ગતિનું ચક્ર ફરીને ચાલતું થયું. હું પણ કવિ ખબરદારની પંક્તિઓ યાદ કરતો ઘર તરફ ફર્યોઃ—

પાણીનાં ટીપાં કંઇ નાનાં રહેતાં સાગર ઘેર
એક વખત ફરવા હરવાને ધાર્યું મન શુભ પેર
વાદળની ગાડી ત્યાં કીધી, પવને હાંકી પૂર,
જંગલ ગામ ઉપર થઇ ચાલ્યા, ફરતાં હરતાં દૂર
પણ તેઓ તો હતા ઘણાં, ઓ ! ગાડી ભાંગી એમ,
ને ગભરાઈ બિચારાં નીચે તૂટી પડયાં ત્યાં તેમ !
પછી લીલ ને ઘાસ વિષે તો, ભટકયાં તે બહુ પેર,
ને છેવટ નહિ એક લઈ ગઇ તે સહુને ફરી ઘેર.

---*---

પૃથ્વીની ઉંમર કેટલી હશે? *

ધરતી માતાને તેની ઉંમર પૂછવી એ અવિનય અને ધૃષ્ટતા કહેવાય. પરંતુ વિજ્ઞાન આવી ખોટી શરમને સ્વીકારતું નથી અને આ પ્રશ્નને જુદી જુદી રીતે તપાસતાં અચકાતું નથી. ભૂવિદ્યાના અભ્યાસકોને પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ અને તેનો ઇતિહાસ સમજવો એ ઘણું જ અગત્યનું છે. વિજ્ઞાનના ઉપાસકો સિવાય સાધારણ મનુષ્યને પણ આ પ્રશ્ન ઘણી રીતે આકર્ષક છે. મનુષ્યની ઐતિહાસિક દૃષ્ટિ ફક્ત થોડાંએક હજાર વર્ષ સુધી પહોંચી શકે છે; તે પહેલાંનાં લાખો વર્ષ સુધીના અંધકારમાં પ્રકાશ પાડવો એ ભૂવિદ્યાનું કામ છે. પૃથ્વી એ એક સૂર્યમંડળનો ગ્રહ છે, અને આ સૂર્યમંડળ વિશ્વમંડળમાં એક બિંદુ સમાન છે; તેમના સંબંધી વધારે જ્ઞાન મેળવવાથી મનુષ્યની સંકુચિત દૃષ્ટિનો વિકાસ થાય છે અને વિશ્વના મહાન પ્રશ્નોનું કાંઈક ભાન થાય છે. આ પ્રશ્નનો જવાબ કંઈ ફક્ત ભૂવિદ્યાથી આપી શકાય તેમ નથી અને તેથી આ ક્ષેત્રમાં સમર્થ ખગોળવેત્તાઓ, ભૌતિકશાસ્ત્રીઓ અને પ્રાણીજીવન

---

* "સમાલોચક" જુલાઈ ૧૯૧૭ માં પ્રથમ પ્રસિદ્ધ; લખાયેલો મે ૧૯૧૬માં.

શાસ્ત્રીઓએ ઘણી મદદ આપી છે; આથી આ પ્રશ્નના વિવેચનમાં વિજ્ઞાનની જુદી જુદી શાખાઓની પદ્ધતિ અને તેમના મુખ્ય સિદ્ધાંતો જોવાનો પ્રસંગ મળશે. વળી મનુષ્યની ઉત્પત્તિ સાથે પૃથ્વીની ઉત્પત્તિનો સંબંધ હોવાને લીધે હરેક ધર્મમાં આ સંબંધી ઘણી ચર્ચા થએલી છે. પૂર્વના મુખ્ય ધર્મોમાં પૃથ્વી અનાદિ છે, અથવા તો શાશ્વત પંચ તત્ત્વમાંનું એક છે, વિશ્વના પ્રલયની સાથે બ્રહ્માના દિવસ (એટલે મનુષ્યનાં અબજ વર્ષો) ને સંબંધ છે, વગેરે મતોને લીધે આ ચર્ચા કડવું રૂપ પકડી શકી નથી. પરંતુ પશ્ચિમમાં ઈસાઈ ધર્મ પ્રમાણે પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ (૧) ઇ. સ. પૂર્વે ૪૦૦૪ વર્ષમાં થઈ હતી. એ મતની પાછળ ઘણીજ તકરાર થઇ છે. આ ચર્ચાના પરિણામે ધર્મ અને વિજ્ઞાનની વચ્ચેના વિગ્રહના ભણકારા હજુ સુધી સંભળાય છે. પરતું ધર્મશાસ્ત્ર (Theology) ના દૃષ્ટિબિંદુમાં ફેરફાર થવાથી આ ઝગડાનું કડવું સ્વરૂપ દૂર થયું છે અને

---

(૧) બાઇબલ પ્રમાણે "મનુષ્ય અને સર્વ પ્રાણીઓ સાથે ઉત્પન્ન થયાં હશે" એ મત ૫૦–૬૦ વર્ષ પહેલાં યુરોપમાં ઘણું માન પામતો. તે વખતે ધર્માંધ પાદરીઓ "ફોસીલો" પ્રાચીન પ્રાણીના અવશેષો–સેતાનનાં કારસ્તાન છે અને મનુષ્યની શ્રદ્ધા ભંગ કરતાં હોવાથી તે સંબંધી કાંઇ પણ વાત કરવાની ના૦ પાડતા. સદ્‌ભાગ્યે હિન્દુધર્મની ફીલસુફી અને ખાસ કરીને ઉપનિષદોમાં ઉત્ક્રાંતિવાદની તરફેણમાં ઘણું વાંચવામાં આવે છે; ઇશ્વરના દશાવતારોમાં પણ પહેલાં ત્રણ મત્સ્ય, કૂર્મ અને વરાહ એ પ્રાણીઓની ઉત્ક્રાંતિનાં માર્ગદર્શક છે અને બાકીના સાત અવતારો મનુષ્યની માનસિક અને અધ્યાત્મિક ઉન્નતિની ચઢતીનાં પગથીઆનું ભાન કરાવે છે એમ કહેવાય છે.

પૃથ્વી અને મનુષ્યની ઉત્પત્તિના કાળનો નિર્ણય કરવાથી ઇશ્વરે નિરૂપણ કરેલા ગુણોમાં ખામી આવશે, એ વિચાર હવે સ્વીકારાતો નથી.

પૃથ્વીનું સ્વરૂપ—આપણા વિષયની ચર્ચા માટે પૃથ્વી એ શું છે એનો ખ્યાલ આપવાની જરૂર છે. આકાશમાં સર્વથી વધારે ધ્યાન ખેંચનારી વ્યક્તિઓમાં સૂર્ય, ચંદ્ર, ગ્રહો અને તારા છે. ચંદ્ર પૃથ્વીના ઉપગ્રહ (Satellite) ની માફક પૃથ્વીની પાછળ ફરે છે; પૃથ્વી અને ગ્રહો સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણ નીચે હોવાથી તે બધાનું એક સૂર્યમંડળ બને છે. તેવીજ રીતે આકાશમાં દેખાતો પ્રત્યેક તારો એક સૂર્ય હોય છે. અને તેમાંના કેટલાઓ તો સૂર્યના કરતાં ઘણા મોટા હોય છે. પરંતુ આ તારાઓ અને આપણી પૃથ્વી વચ્ચે કરોડો માઇલનું અંતર(૨) હોવાથી તે ઘણા નાના લાગે છે. તારા, સૂર્ય અને ચંદ્ર એ સર્વે ઉપરથી આવતી રોશની વીજળીની માફક ઘણીજ ઝડપથી આવે છે, અને એક સેકંડમાં લગભગ બે લાખ માઇલ જેટલું અંતર કાપી શકે છે. ચંદ્ર ઉપરથી પૃથ્વી ઉપર આવતાં આ રોશનીને ફક્ત એક સેકંડ લાગે છે. સૂર્ય તરફથી આવતાં આઠ

---

(૨) આ તારાઓ કેટલા દૂર છે તેનો ખ્યાલ સહેલાઇથી આવે તેમ નથી. દાખલા તરીકે આપણે એમ ધારીએ કે સૌથી નજીકના તારા પાસે આપણાથી જઇ શકાય અને આપણી મુસાફરી કલાકના ૫૦૦ માઇલના હિસાબે બહુજ ઝડપવાળા વિમાનમાં કરી શકાય. તે છતાં પણ ત્યાં જતાં આપણને ૫૯ લાખ વર્ષ લાગે, અને આનું ખર્ચ દરેક માઇલે એક આનો ગણીએ તો દોઢ કરોડ રૂપીઆ ખરચવા પડે. સૌથી નજીકનો તારો પૃથ્વીથી ૧૮૬૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦ માઇલ છેટે છે.

સેકંડ લાગે છે અને સૌથી નજીકના તારા ઉપરથી આવતાં ચાર વર્ષ કરતાં પણ વધારે લાગે છે. આટલું બધું અંતર ન હોત તો તારાઓ પણ સૂર્ય કરતાં મોટા લાગત. આ ઉપરથી વિશ્વમંડળની બીજી વ્યક્તિઓ સાથે સરખાવતાં પૃથ્વી ધૂળના રજકણ કરતાં વધારે મોટી નથી એમ આપણને લાગ્યા વગર રહેતું નથી.

પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ—પૃથ્વીની ઉંમર નક્કી કરતાં પહેલાં તેની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થઈ તે જાણવાની જરૂર છે; આકાશ તરફ રાત્રે ધારીને જોતાં ઝીણાં તારાઓના વાદળાં–નિહારિકા (Nebulae) જોવામાં આવે છે; જેને "આકાશ ગંગા" કહીએ છીએ તે પણ આવા ઝીણાં તારાઓનાં વાદળાની બનેલી હોય છે. અને મધ્ય આકાશમાં એક મોટા પહોળા પટાની માફક દેખાય છે. આવી નિહારિકા (નેબ્યુલા) માંથી તારાઓ, સૂર્યમંડળો અને ગ્રહો (૩) બને છે એમ ધારવાનાં કારણો છે. બીજા તારાઓનાં ગુરૂત્વાકર્ષણથી ધુમસ જેવા લાગતા આ પદાર્થમાં ગાઠો પડી જાય છે; અને આવી નાની નાની ગાંઠો ભેગી થઇને તેના ગ્રહો બને છે. આ બધી નાની ગાંઠો એકઠી થવાથી અને તેમાંથી ગરમી નીકળવાથી, આપણી પ્રાથમિક પૃથ્વી તપી જવાથી તેના ઘણા ભાગે ઓગળીને પ્રવાહી રૂપ પકડયું હશે. આવા અર્ધ પ્રવાહી રૂપમાં પણ બીજા ગ્રહોની માફક પોતાની ધરી ઉપર

(૩) આકાશમાંના ગ્રહોની ઉત્પત્તિ વિષે બધી બાબતો સહેલાઇથી સમજી શકાય તેવી નથી અને તેથી અહીંઆ ફક્ત મુખ્ય બાબતો સમજાવી છે. આ વિષે વધારે સંપૂર્ણ માહિતી માટે જુઓઃ—

(Chamberlain and Salisbury Geology vol II, ch. I and II અને Geikie's Geolgy vol. I. p. II

ચક્કર ચક્કર ફેરવવાને લીધે હલકા અને પાતળા પત્થરોવાળા પદાર્થો પૃથ્વીની બાજુએ ગોઠવાઈ જાય અને વધારે સંગીન ધાતુવાળા પદાર્થો અંદર રહી જાય, એ તો સ્વાભાવિક છે. આ પ્રમાણે કેટલોએક સમય ગયા પછી પૃથ્વી ધીમે ધીમે ઠંડી થવાથી તેની ઉપર મજબૂત ધરતી બંધાઇ, અને તેમાંથી પાણી અને હવાનાં વાતાવરણ બંધાયાં. ધીમે ધીમે વાસ્તવિક ઉષ્મામાન થયા પછી, અને આકાશમાંથી વાદળાં, વરસાદ, નદી અને સમુદ્ર સુધી પાણીની ગતિ સ્થાપિત થવાને જોઇએ તેવી પરિસ્થિતિ મળ્યા પછી, વનસ્પતિ અને સૂક્ષ્મ પ્રાણીઓની જીંદગીની શરૂઆત થઇ. પર્વતો ધોવાઈને પાણીની મદદથી નવા થરો બંધાવા માંડયા અને નવી જાતનાં પત્થરો અને શિલાઓ બનવા માંડયાં. જે જે સમયમાં નવા થર બંધાયા અને તેનાં પત્થરો બન્યા, તે સમયનાં વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ ઘણી વાર તેમાં દબાઈ રહેલાં હોય છે; અને તેમના અસલના તત્ત્વો તો બદલાઇ જાય છે, પણ તેમનો અવશેષનો આબેહુબ આકાર પત્થરના રૂપમાં જળવાઇ રહે છે. આ આકારને અંગ્રેજીમાં ફૅાસીલ કહે છે. તેની મદદથી પૃથ્વી ઉપર જુદે જુદે સમયે રહેતાં પ્રાણીઓ સંબંધી અગત્યની વિગતો જાણવાની મળે છે. તે ઉપરથી સિદ્ધ થયું છે કે પૃથ્વી ઉપર વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓને રહેવાને અનુકૂળ વાતાવરણ સ્થાપિત થયા પછી ઘણા સમય પછીજ મનુષ્યના પગલાં થયાં હતાં.

પૃથ્વીની ઉંમર એટલે શું ?—પૃથ્વી એ શું છે અને તેની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થઇ તે જોયા પછી "પૃથ્વીની ઉંમર" એટલે શું તેનું સ્પષ્ટીકરણ કરવું જરૂરનું છે. પૃથ્વી-નો પુરો ઇતિહાસ ચોક્કસ રીતે જાણવાના આપણી પાસે

સાધન નથી; પરંતુ તે ઇતિહાસના કેટલાએક અગત્યના અને માર્ગદર્શક બનાવો સંબંધી આપણે સારી બીતમી મેળવી શકીએ તેમ છે. એક તો પૃથ્વી (સંગીન) ઘનરૂપમાં આવી તે; અને બીજું આ ઘનરૂપમાં આવ્યા પછી હવા અને પાણીની વાસ્તવિક પરિસ્થિતિ પ્રાપ્ત થયા પછી નવા થર અને પત્થર બંધાવા લાગ્યા તે; ત્યાર પછી પ્રાણીની જીંદગીની શરુઆત થઈ તે; આ અને આવા બીજા અગત્યના બનાવો ક્યારે બન્યા તેનો નિર્ણય થાય તો પૃથ્વીની ઉમરનો નિર્ણય કર્યો એમ કહી શકાય. આપણને આ ઉપરાંત બીજી દિશાઓમાંથી પણ આ સંબંધી ઘણું જાણવાનું મળે છે, તે પછી જોઈશું. આ સર્વ રીતોમાં કાળના નિર્ણયને માટેનો સમય લાખો અને કરોડો વર્ષોનો ગણવો પડશે. તેથી બહુ આશ્ચર્ય પામવાનું નથી; મનુષ્યના ઈતિહાસમાં ઘણો ખરો હિસાબ સૈકા અને શતકથી થાય છે, પરંતુ મનુષ્યના સો વર્ષના આયુષ્યના પ્રમાણમાં શાશ્વત ગણાતાં પૃથ્વી, સૂર્યને ચંદ્ર જેવા વિરાટ સ્વરૂપોની વિભુતિઓ લાખો ને કરોડો વર્ષોમાં ગણાય, એ સ્વાભાવિક છે; અને તેથીજ હિંદુ ઋષિઓ અને વિચારકોએ બ્રહ્માંડના પ્રલયકાળને કરોડો વર્ષનો ગણ્યો હશે.

પૃથ્વી ક્યારે ઘન થઈ:—પૃથ્વી ક્યારે ઘન (સંગીન) રૂપમાં આવી હશે તે પ્રશ્નનો નિર્ણય કરવાને લોર્ડ કેલ્વીન અને બીજા મહાન પદાર્થશાસ્ત્રીઓએ જુદા જુદા પ્રયત્નો કર્યા છે. તેમાં બેકર નામના અમેરિકાના પ્રોફેસરની રીત ઉત્તમ લાગે છે. પૃથ્વી એક સમયે પ્રવાહી અથવા અર્ધ પ્રવાહી રૂપમાં હતી; તે વખતે તેનું ઉષ્મામાન (Temperature) કેટલું હશે તે જાણવાને પ્રયોગો કરવામાં

આવ્યા છે; પૃથ્વીમાં સર્વથી વધારે જથામાં મળી આવતી શિલાઓને પ્રવાહી રૂપમાં લાવવાને ઓછામાં ઓછા ૧૩૦૦°/C જેટલા ઉષ્ણમાનની જરૂર પડે છે. વળી પૃથ્વીનું હાલનું ઉષ્ણમાન કેટલું છે તે જાણવાને જમીનમાં ખાડા ખોદીને માપ લઇને શોધી કાઢવામાં આવ્યું છે, કે ૭૭ ફૂટ ઉંડા જવાથી ૧°/F જેટલો ફેર પડે છે. આ ઉપરથી ગણત્રી કરવામાં આવી છે કે પ્રાથમિક પૃથ્વીના ૧૩૦૦°/C ના ઉષ્ણમાન ઉપરથી હાલના ઉષ્ણમાન જેટલું ઠંડું પડતાં ઓછામાં ઓછાં ૬ કરોડ વર્ષ લાગે. એટલે પૃથ્વીને ઘન રૂપમાં આવ્યાને આ હિસાબે ૬ કરોડ વર્ષ થયાં હશે.

પૃથ્વીનો ઘાટ—ખગોળ શાસ્ત્ર અને ભૌતિક શાસ્ત્ર એ બંનેએ ભેગાં થઇને પૃથ્વીના કાળનો નિર્ણય કરવાને એક બીજો યુક્તિપૂર્વક રસ્તો શોધી કાઢયો છે. પૃથ્વીની પોતાની ધરી ઉપર ફરવાની ગતિ ઓછી થતી જાય છે. આ ગતિ પુરી કરવાને દરેક સૈકાના અંતે ૨૨ સેકંડ જેટલો વધારે કાળ લાગતો જાય છે; એટલે કે દિવસ પણ તેટલો લાંબો થતો જાય છે; દાખલા તરીકે ઈ. સ. ૧૯૧૬નો કોઇપણ દિવસ ઇ. સ. ૧૮૧૬ ના દિવસ કરતાં ૨૨ સેકંડ લાંબો હોય છે. આ ગતિ ધીમી પડવાનું કારણ પૃથ્વીના પાણી અને વાતાવરણ ઉપર ભરતીઓટનું ખેંચાણ કરનાર સૂર્ય અને ચંદ્ર છે; બાઇસીકલ અથવા ગાડીના પૈંડાની ઉપર જેમ ઝડપ ઓછી કરનાર બ્રેકની અસર થાય છે તેવી અસર આ પાણી અને હવાના આવરણની થાય છે; પૃથ્વીની ગતિની વિરૂદ્ધ દિશામાં આ ભરતીની ગતિ હોવાથી પૃથ્વીની ગતિ પહેલાંના કરતાં હાલમાં ઘણીજ ઓછી થઇ છે. હવે પૃથ્વીનો આકાર નારંગીના ઘાટનો છે એ બધા જાણે છે.

પરંતુ તે કાંઇ નારંગીના જેટલી બધી દબાઈ ગએલી નથી; એટલે ધ્રૂવથી ધ્રૂવ સુધીનું અંતર તેના મધ્યના વ્યાસ (Equator) ના કરતાં ફક્ત ૧૭ માઇલ જેટલું નાનું છે. સાદી પણ અશુદ્ધ ભાષામાં કહીએ તો તેની ઊંચાઇ, તેની પહોળાઇ જે ૮૦૦૦ માઇલ છે તેના કરતાં ફક્ત ૧૭ માઇલ જેટલીજ ઓછી છે. આ પ્રમાણે પૃથ્વીના રૂપમાં સંપૂર્ણ ગોળાકાર કરતાં જે ફેર થયો છે અને જરા દબાએલા ગોળા જેવો આકાર થયો છે તે પૃથ્વી ઘન રૂપમાં આવ્યા પહેલાંજ થયો હશે; કારણ કે ત્યાર પછી આકાર બદલાવો મુશ્કેલ છે. ૮૦૦૦ માઇલમાં ૧૭ માઇલ જેટલો ભાગ દબાઇને ઓછો થયો તે વખતે પૃથ્વીની ગતિનું જોર ત્રણ ટકા જેટલું વધારે હશે એમ ગણત્રી કરવામાં આવી છે. આ ગતિ કેટલા પ્રમાણમાં ઓછી થાય છે તે જાણવાથી લોર્ડ કેલ્વીને સિદ્ધ કર્યું છે કે પૃથ્વીનું ઘનીભવન ૧૦ કરોડ વર્ષ કરતાં વધારે સમય પહેલાં નહિ થયું હોય.

સૂર્યનો પ્રકાશ—પૃથ્વીની ઉત્પત્તિના કાળની વધારેમાં વધારે હદ નક્કી કરવાને સૂર્ય તરફથી પણ મદદ મળે છે. સૂર્યના તેજ સિવાય પૃથ્વી ઉપર વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓની જીંદગી અશકય થઇ પડે. પૃથ્વીને સૂર્યના તાપનો લાભ ન મળે અને વ્યોમ (અવકાશ) માં પોતાની મેળે ઠંડી પડવા દેવામાં આવે તો પૃથ્વીનું ઉષ્મામાન બરફ કરતાં પણ ૨૪૦ ડીગ્રી જેટલું ઓછું થઇ જાય અને પાણી બધું બરફના રૂપમાંજ રહેવાથી પ્રાણીજીવન અશક્ય થઇ પડે. આમ હોવાથી સૂર્યનું તેજ કેટલા સમયથી પૃથ્વી ઉપર પડતું હશે? સૂર્યનું તેજ શી રીતે બનતું હશે?

એ પ્રશ્નો અગત્યના થઇ પડે છે. સૂર્ય એ "ધગધગતા અગ્નિનો ગોળો" છે એમ કહેવું એ તદ્દન ખરૂં નથી; કારણ કે કોલસા જેવા પદાર્થનો આ અગ્નિ હોય તો તે થોડા હજાર વર્ષમાં બળીને ખાખ થઇ જાય; પરંતુ સૂર્યનો આ તાપ અને શક્તિ કેટલાએક આંતરિક ફેરફારોથી અને કેટલાએક બહારના પદાર્થો (Meteors) ચૂસી લેવાથી વધે છે. પૃથ્વી ઉપર સૂર્યનું કેટલું તેજ પડે છે અને પૃથ્વીની ઉષ્મા જાળવી રાખવાને કેટલી મદદ મળે છે, એનો હિસાબ ગણતાં લોર્ડ કેલ્વીન અને બીજા ભૌતિક શાસ્ત્રીઓ એવા નિર્ણય ઉપર આવ્યા છે કે સૂર્યનો પ્રકાશ પૃથ્વી ઉપર બેથી ચાર કરોડ વર્ષથી પડતો હશે, અને હવે ૪૦ થી ૫૦ લાખ વર્ષ પછી આ પ્રકાશ બંધ પડશે; તે વખતે પૃથ્વી ઉપરની વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનો પણ નાશ થશે.

ઉપરની ત્રણ* રીત પ્રમાણે ભૌતિક શાસ્ત્રીઓએ પૃથ્વીના ઉત્પત્તિ કાળનો નિર્ણય કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે. આ વિશાળ હિસાબમાં ભૂલ થવામાં ઘણાં બાકોરાં રહેલાં છે. તે સંબંધી વિવેચન કરવાની જરૂર નથી. પૃથ્વીની ઉમર

* આ સિવાય પૃથ્વીમાં રેડીઅમવાળી ખનીજોમાં તે ધાતુમાંથી બનેલા બીજા પદાર્થોનો અંશ અને તેમનામાં રહેલી ઉષ્મા વગેરેનો વિચાર કરવાથી પૃથ્વીની ઉંમરના સંબંધી જાણવાજોગ વિગતો મળે છે; પરંતુ આ વિચાર સંકલનાનું પરિણામ હજુ સુધી નિર્ણયાત્મક નહિ હોવાથી તે સંબંધી વિવેચન અહીં કર્યું નથી. એટલું કહેવું બસ છે કે આ નવી રીતથી પૃથ્વી ઉપરની કેટલીએક ખનીજો કરોડો નહિ પણ અબજવર્ષો જેટલી પ્રાચીન છે એમ ગણત્રી કરવામાં આવે છે.

એથી દસ કરોડ વર્ષની હદમાં મૂકવાથી પૃથ્વી વિષે જણાવેલી બીજી વિગતોનું સ્પષ્ટીકરણ કરવાને પૂરતો કાળ મળે છે કે નહિ તે હવે તપાસીએ. ભૂસ્તરશાસ્ત્ર અને ભૂવિદ્યાના અભ્યાસકોએ પોતાના શાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ નિર્ણય કરવાના પ્રયત્નો કરેલા છે. પૃથ્વી ઉપર બંધાયેલા થરોને બાઝતાં કેટલો કાળ થયો હશે? સમુદ્ર ખારો કેમ હશે? સમુદ્રની ખારાશ વધે છે કેમ? સમુદ્રની ઉંમર શોધી કઢાય કે કેમ? પૃથ્વી ઉપર પ્રાણીઓ કેટલાં કાળથી જીવતાં હશે? પૃથ્વી પર હાલમાં વસતાં વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓની ઉત્ક્રાંતિ માટે કેટલા સમયની જરૂર હશે?

પૃથ્વીના ઇતિહાસમાં આપણે જોયું છે કે અર્ધ પ્રવાહી અને અત્યંત ઉગ્ણ સ્થિતિમાંથી ઠંડી પડીને હાલનો આકાર થયો છે. ઠંડી પડતી વસ્તુઓના આપણા સાધારણ અનુભવ પ્રમાણે આપણે કલ્પી શકીએ કે બહારનો ભાગ પહેલાં ઠંડો પડયો હશે, અને અંદરનો ભાગ અર્ધ પ્રવાહી રહ્યો હશે; તેમ હોવાથી બહારનો થર બાઝતાં કરચલી પડે, અને તેથી પર્વતો અને ઉંચાણુવાળા પ્રદેશો જુદા જુદા પડયા હશે.

સ્તરવિદ્યા—જમીનમાં ખાડા ખોદીને પૃથ્વીની અંદરના ભાગોમાં ઉષ્મામાનનું માપ લેવાથી એટલું સિદ્ધ થયું છે કે હજુ પણ પૃથ્વીના અંતર્ભાગોમાં ગરમી ઘણીજ છે. અને જેમ ઉંડા જઈએ તેમ આ ગરમી વધતી જાય છે. ધરતીની સપાટી ઉપરથી આસરે પચીસ માઈલ જેટલા ઉંડાણમાં આ તાપ એટલો બધો છે કે સર્વ વસ્તુ પ્રવાહી રૂપમાં હોવી જોઈએ; પરંતુ તેની ઉપરના પત્થરોનું દબાણ એટલું બધું હોય છે કે આ પ્રવાહી એક સંગીન પદાર્થના જેટલું ઘન હોઇને તેવા ઘન પદાર્થનાજ ગુણો બતાવે છે.

આ પ્રવાહી પદાર્થ કોઇ વખતે લાવાના રૂપમાં જ્વાળામુખી પર્વતોમાંથી નીકળે છે; અને તેમાંથી નવા પત્થરો બને છે. પૃથ્વી પ્રથમ સંગીન રૂપમાં આવી તે વખતે પણ ઉપરના થરના પત્થરો અને પર્વતો ઓગળેલા રૂપમાંથી સંગીન રૂપમાં આવ્યા હશે. ઓગળેલા પત્થરો ઠરીને જે રૂપ ધારણ કરે છે તેના કરતાં બીજી જાતનાં પત્થરો પાણીની મદદથી બને છે. પાણીના અને નદીના, ઝરણોના અને બરફના જોરથી પર્વતો ધોવાઇને તેના નાના ટુકડા બનીને રેતી થાય છે, અને રેતી વગેરે પદાર્થોમાંથી પાછા નવા થરો બંધાય છે. આ થરોને પણ કોઇ વખતે લાવાની સાથે સંબંધમાં આવવાથી તપી જઇને અથવા તો પૃથ્વી ઉપર કરચલીઓ પડવાથી નવા પર્વતો બંધાતી વખતના પ્રચંડ દબાણને લીધે નવું રૂપ ધારણ કરવું પડે છે. આ પ્રમાણે જુદી જુદી જાતના પત્થરોના થર બંધાતા જાય છે. પ્રત્યેક કાળના પત્થરોનાં રૂપ અને ગુણમાં ફેર હોવાથી તેમજ તે પત્થરના થરોમાં તે સમયનાં પ્રાણીઓના અવશેષો (ફૅાસીલો) રહી જવાથી દરેક થરના કાળનો નિર્ણય થઇ શકે છે. દાખલા તરીકે મુંબાઇના ટાપુમાં દેખાતા કાળા ડુંગરો, અને ચાંપાનેરનો ડુંગર તેમજ નર્મદાની ખીણમાંથી મળી આવતા કાંકરા અને ચુનાના પત્થરો હિમાલય પર્વતના કરતાં પણ પ્રાચીન સમયના છે. પૃથ્વી ઉપરના થરો અસંખ્ય માઇલ લાંબા હશે, પણ દરેક થર કાંઇ બહુ ઊંચા અને ઊંડા હોતા નથી. આ સઘળા થરોની એકંદર જાડાઇ આસરે ત્રણ લાખ ફીટ એટલે ૬૪ માઇલ હશે. નવા પત્થરો બાઝતાં ઘણો વખત લાગે છે. નાઇલ જેવી જબર નદીથી પણ ૩૨૦ વર્ષે ફક્ત એક ફૂટ જેટલો નવો

થર બાંધી શકાય છે; અને એકંદર સરેરાશ લેતાં ૭૦૦ વર્ષે એક ફૂટ જેટલો થર બંધાય છે. આ હિસાબે આ બધા થર બંધાતા આશરે ૧૦ થી ૧૩ કરોડ વર્ષ લાગ્યાં હશે. એટલે પૃથ્વી સંગીન રૂપમાં આવ્યા પછી અને વાતાવરણ અને પાણી અનુકૂળ રૂપમાં આવ્યા પછી નવા થરો બાંધવાને અનુકૂળ પરિસ્થતિ સ્થાપિત થયાને આસરે દશ કરોડ વર્ષ થયાં હશે.

સમુદ્ર—સમુદ્ર એ પૃથ્વી ઉપરના સૃષ્ટિ સૌંદર્યના દેખાવોમાં એક ઘણોજ ભવ્ય, વિશાળ અને મોહક દેખાવ છે. પર્વતોમાં, ખેતરોમાં અને સમુદ્રથી દૂર રહેનાર મનુષ્યને પહેલી વાર સમુદ્ર જોવાથી જે આનંદ થાય છે તે અવર્ણનીય છે; તેવીજ રીતે હંમેશ સમુદ્રની પાસે રહેનાર અને ફક્ત આકાશ અને પાણી જોનાર મનુષ્યને હિમાલયના પર્વતો અને તેનાં ઊંચા શિખરો ઉપર જોતાં અને તેની ઉપરની ચળકતી રૂપેરી કિનારી જેવી હિમરેખા–બરફની લીટી (Snowline) જોતાં જે આનંદ થાય છે તે પણ અવર્ણનીય છે. પરંતુ આ સર્વ કેવી રીતે બને છે, અને તે સબંધી જ્ઞાન મેળવવાથી આ દેખાવોની ભવ્યતા અને સૌંદર્યમાં વધારો થાય છે. સમુદ્રના પાણીમાં ખારાશ કયાંથી આવી? ખરેખર કાંઈ જાદુથી તો આવેલી નથીજ. પ્રાથમિક પૃથ્વીમાંથી વરાળના રૂપમાં રહેલું પાણી ઠરવાથી પહેલાં સમુદ્ર બન્યો તે વખતે તેમાં ખારાશનો ભાગ ઘણોજ ઓછો હતો અથવા બીલકુલ ન હતો એમ કહી શકાય; સમુદ્રમાં અત્યારે ખારાશ ઘણીજ છે. તેની અંદર મીઠા સિવાય બીજા પદાર્થ પણ છે; તેમાંથી ફક્ત મીઠું જુદું કાઢીએ તો એટલું નીકળે કે પૃથ્વીપરની

કોરી જમીન ઉપર બધે પાથરી દઈએ તો દરેક ઠેકાણે ૪૦૦ ફીટ જેટલો ઉંચો થર થાય. આટલું બધું મીઠું અસલના પ્રાથમિક સમુદ્રમાં ન હતું; પરંતુ ધીમે ધીમે જમીન ઉપરના પત્થરો અને શિલાઓમાંથી નદીઓ વડે ધોવાઈને સમુદ્રમાં મળેલું હોવું જોઈએ. નદીઓમાંથી સમુદ્રને મળતું પાણી ખારૂં હોતું નથી તે વાત ખરી છે, પણ દરેક વર્ષે આ નદીઓમાંથી ૬૫૦૦ ઘન માઇલ પાણી સમુદ્રમાં જાય છે; તેમાંથી ફક્ત પાણી વરાળ રૂપે ઉડીને આકાશમાં જાય છે, પણ પાણીમાં રહેલા ઓગળેલા તત્વો સમુદ્રમાંજ રહે છે. આજ કારણથી તળાવો અને સરોવરનું પાણી નદીના પાણી કરતાં ખારૂં હોય છે. અને આથીજ દરવર્ષે સમુદ્રની ખારાશ વધતી જાય છે. તે કેટલા પ્રમાણમાં વધતી જાય છે, તેનો અંદાજ કાઢી શકાય તો સમુદ્રની અત્યાર સુધીની ખારાશ ભેગી થતાં કેટલાં વર્ષ થયાં હશે તેનું અનુમાન થઈ શકે. તે માટે પૃથ્વી ઉપરની સઘળી નદીઓનાં પાણીનાં પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યાં છે અને તે નદીઓ વાટે સમુદ્રમાં કેટલું મીઠું જાય છે તે શોધી કાઢવામાં આવ્યું છે. દર વર્ષે લગભગ પચાસ કરોડ ટન જેટલો ખારાશવાળો પદાર્થ સમુદ્રને મળે છે. આ હિસાબે સમુદ્રમાં રહેલો કુલ ખારાશનો ભાગ ભેગો થતાં ૮ કરોડ વર્ષ થયાં હશે. કેટલાએક કારણોને લીધે આ આંકડામાં સુધારા કરીને સમુદ્રની ઉમર આશરે નવ કરોડ * વર્ષની અંદાજ

*સમુદ્રમાં રહેલા પદાર્થોમાં મીઠા સિવાય બીજી વસ્તુઓ પણ છે. તેમજ મીઠાનો સઘળો ભાગ હંમેશાં સમુદ્રમાં રહેતો નથી. પરંતુ મીઠાનો સોડીઅમ ક્લોરાઇડનો (Sodium chloride) એક ભાગ "સોડીઅમ" બીજા રૂપમાં પણ રહીને હંમેશ સમુદ્રમાંજ રહે છે.

છે એટલે કે નવ કરોડ વર્ષ પહેલાં સમુદ્રની હયાતી નહોતી; તે પહેલાં પૃથ્વીની પરિસ્થતિ ઘણીજ ગરમી અને તાપને લીધે પ્રાણી અને વનસ્પતિની હયાતીને માટે અયોગ્ય હતી.

મનુષ્યનું આગમન—પૃથ્વીની ઉપર હાલ વસતાં પ્રાણીઓ ધરતીના થરોમાં મળી આવતાં પ્રાચીન પ્રાણીઓના અવશેષો (ફોસીલો) કરતાં જુદા પ્રકારનાં છે, તે છતાં તેમનામાં મળી આવતાં રૂપ અને વર્તન સાદૃશ્યને લીધે તેમની ઉત્ક્રાંતિના પગથીઆ સંબંધી માહિતી મળી શકે છે. એક કુદરતી નિયમ પ્રમાણે પ્રાણીઓની પ્રત્યેક જાતિની સંખ્યામાં બેહદ વધારો થઇ શકતો નથી; દાખલા તરીકે પ્રાણીઓના એક જોડામાંથી એક કરતાં વધારે જોડાં થાય તો આખરે તેમાં લડાઇ થઇને બીજાં બધા મરી જાય છે અને તે જાતનું એકજ જોડું જીવતું રહે છે. અને આ જીવનાર પ્રાણી કાંઇ હંમેશાં વધારે મજબુત અને નિર્દય હોય છે તેમ બનતું નથી; પણ આ પ્રાણી તેજ જાતિમાં બીજાં પ્રાણીઓ કરતાં જીવવાને માટે સર્વથી વધારે લાયક હોય તોજ જીવી શકે છે. આ લાયકાત મેળવવાને કેટલીએક વખતે પ્રાણીઓને પોતાના રૂપમાં અને શરીરમાં ફેરફાર કરવો પડે છે. અને આ ફેરફાર કરવાની જરૂરીઆતને લીધેજ તેમનાંમાંથી જુદાં પ્રાણીઓ ઉત્ક્રાંત થાય છે. હવે આ કુદરતી ઉત્ક્રાંતિ એટલી બધી ધીમી હોય છે કે મનુષ્ય હજારો વર્ષ સુધી પૃથ્વી ઉપર રહ્યા છતાં પણ પોતાની નજીકનાં પ્રાણીઓમાં આવા ફેર-

---

તેથી આ સઘળી ગણત્રી સોડીઅમના ઉપરજ થાય છે. પરંતુ સહેલાઇથી સમજી શકાય તે માટે આ વિગત ઉપર સંપૂર્ણ રીતે આપી નથી.

ફાર જોઈ શકયો નથી. અલબત, મનુષ્ય પોતાની મરજીથી જુદી જુદી જાતના વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનો સંકર કરીને નવી જાતિઓ બનાવી શકે છે, પરંતુ તે કુદરતી નહિ પણ કૃત્રિમ છે. આવા ફેરફાર ધીમા હોવાને લીધે સઘળા પ્રાણીઓની ઉત્ક્રાંતિ માટે ઘણોજ વિશાળ સમય જોઇએ. પ્રાથમિક પૃથ્વીમાં પ્રાણીઓના પહેલાં ચિન્હો દાખલ થયા તે સમયનો નિર્ણય કરવાને આપણી પાસે પુરતી સામગ્રી નથી. કારણ કે આ ફેરફારો કેટલી ગતિથી થાય છે તે જાણવાને આપણી પાસે સાધનો નથી. તે છતાં આ સમયને ઓછામાં ઓછા ત્રણ કરોડ અને વધારેમાં વધારે આસરે ત્રીસ કરોડ વર્ષ થયાં હશે. દાખલા તરીકે મનુષ્યના હાથનાં ઘણાંજ પ્રાચીન હથિઆરોના અવશેષો વિગેરેની શોધ ઉપરથી એમ કહેવાય છે કે હાલના મનુષ્યને મળતું આવતું એક પ્રાણી આસરે છ લાખ વર્ષ ઉપર પુછડી વગરના વાંદરાંની સાથે રમતું હશે પોતાની આગળ પાછળનાં પ્રાણીઓ ઉપર પોતાની સરસાઇ દેખાડવા અને અમલમાં મૂકવા માટે પહેલાં તો તેણે “મગજ” બનાવવાની તૈયારી કરી હશે; પણ હજારો વર્ષો સુધી આવા પ્રયત્નો કર્યા પછી મગજ રાખવાની “ખોપરી” મજબૂત થઇ હશે; ત્યાર પછી બીજાં પ્રાણીઓથી પોતાની રક્ષા કરવાને માટે ગુફાઓ બનાવવાને, પત્થરો ફેંકવાને, લાકડી ફેરવવાને માટે યોગ્ય હાથના રૂપમાં ફેરફાર થવાને હજારો વર્ષ લાગ્યાં હશે. આવા ઘણા પ્રયત્નો પછી ઘણા કાળે મનુષ્યને હાલનું સ્વરૂપ પ્રાપ્ત થયું હશે; જેમ પોતાની અક્કલ વધતી ગઇ તેમ પોતાના નખ અને દાંત વડે કામ કરવાનું મૂકીને તેણે હથિઆરો બનાવવા માંડયા. આ હથિઆર પહેલાં પત્થ-

રનાં હતાં, પછી કાંસા અને લેાખંડના બનાવવા લાગ્યા. મનુષ્યનાં બનાવેલાં સર્વથી પ્રાચીન, પત્થરનાં હથિઆરેા આસરે દોઢ લાખ વર્ષ પહેલાં બાઝેલા થરેામાંથી મળી આવે છે. તે સમયથી મનુષ્યને હાલનું રૂપ પ્રાપ્ત થયું હશે, કારણકે ત્યાર પછી તેના રૂપ અને શરીરમાં ફેરફાર થયેા હેાય તેમ લાગતું નથી. પરંતુ તે સમયે તેને અગ્નિ કેવી રીતે સળગાવવેા તે અથવા તેા પેાતાના હાવ ભાવ અને વિચારેા કેવી રીતે દર્શાવવા તે સંબંધી ભાષાજ્ઞાન ઘણું કરીને ન હતું. એટલે કે આશરે દોઢ લાખ વર્ષોથી મનુષ્યના બાહ્ય સ્વરૂપમાં બહુ ફેરફાર થયેા નથી, તેા પણ તેની માનસિક અને આધ્યાત્મિક શક્તિનેા વિકાસ સતત ચાલુ રહ્યેા છે. પ્રાણીઓની ઉત્ક્રાંતિ વિષે આ બધી માહીતી ઉપરથી એમ અનુમાન થઇ શકે છે કે પૃથ્વી ઉપર પ્રાણીઓનાં પ્રથમ પગલાં આસરે ત્રણ કરેાડ વર્ષ ઉપર થયાં હશે અને મનુષ્ય આસરે છ લાખ વર્ષ ઉપર પહેલાં પેાતાના અપૂર્ણ રૂપમાં ઉત્ક્રાંત થયેા હશે.

પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ અને તેનેા સમય એ વિષય ઉપર હજુ આપણે દૃઢ અને ચેાકસ નિર્ણય ઉપર આવી શકયા નથી. વિજ્ઞાનની પદ્ધતિનું સ્વરૂપ જોતાં આ બાબત ઉપર ઓછામાં ઓછેા અને વધારેમાં વધારે એ હદના નિર્ણય કરતાં વધારે આશા રાખવી એ વ્યર્થ છે. આપણે જોયુ છે કે જુદી જુદી રીતેા પ્રમાણે પૃથ્વીનેા ઉત્પત્તિ કાળ જુદેા ગણવામાં આવે છે. ભૈાતિકશાસ્ત્રની મદદથી કરવામાં આવતેા નિર્ણય ફક્ત ૩ થી ૧૦ કરેાડ વર્ષની વચ્ચે આ કાળ લાવી મૂકે છે. સ્તરવિદ્યા (Statigraphy) પ્રમાણે આ સમય ૧૦ થી ૧૩ કરેાડ વર્ષનેા હેાવેા જોઇએ. સમુદ્રની ઉત્પત્તિને

૬ કરોડ વર્ષ થયાં હશે, એમ સ્વીકારાય છે. આ બધી રીતની તુલના કરતાં પૃથ્વીનો ઉત્પત્તિકાળ દશ કરોડ વર્ષ પહેલાં હશે એમ વધારે ચોકસાઇથી કહી શકાય. છેલ્લાં થોડાં વર્ષમાં વધેલા રેડીઅમ સબંધી જ્ઞાનને લીધે આ સમય--કરોડોનો વધીને અબજો વર્ષોનો થવા—જાય છે. પરંતુ તેની વિચાર પદ્ધતિ નિર્ણયાત્મક નહિ હોવાથી હજુ સુધી આ રીતને સંપૂર્ણ માન આપી શકાતું નથી. પૃથ્વીની ઉંમર, તેનો ઉત્પત્તિકાળ, મનુષ્યોના વર્ષ મહિના અને દિવસ સુધી ચોકસાઇથી નકકી કહી શકાય નહિ; તો પણ મનુષ્યની એક સર્વેથી શ્રેષ્ઠ અભિલાષા પોતાના જ્ઞાનની હદ વધારવાની છે, તે દૃષ્ટિથી જોતાં આ પ્રશ્નનું વિવેચન ઉપયોગી છે.

પૃથ્વીનો ઇતિહાસક્રમ એચ. જી. વેલ્સના "આઉટ્‌લાઇન્સ ઓફ હીસ્ટરી" એ પુસ્તક ઉપરથી નીચે પ્રમાણે ગણી શકાય.

૧૦ કરોડ વર્ષ—પૃથ્વીનો ઉત્પત્તિકાળ
૬ થી ૮ કરોડ વર્ષ—નિર્જીવ યુગ Azoic
૪ થી ૬ કરોડ વર્ષ—જીવનારંભ યુગ—Protrozoic
(જેલીફીશ વગેરે)
૨ થી ૪ કરોડ વર્ષ—પ્રાથમિક જીવનયુગ Paleozoic
દરિઆઇ વીંછી મત્સ્યયુગ.
૧ થી ૨ કરોડ વર્ષ—માધ્યમિક જીવનયુગ Mesozoic
Reptiles. પગવાળાં પ્રાણી
૪૦ લાખ "—અર્વાચીન જીવનયુગ Cainozoic
આંચલવાળા પ્રાણીઓનો યુગ
૬ લાખ } હાલના જીવંત પ્રાણીઓનો યુગ { Pleist-
ઉપ-મનુષ્યના જીવનની શરૂઆત } ocene

૫ લાખ	વરસ	પ્રથમ	હિમ યુગ.
૪ લાખ		બીજો	હિમયુગ
૧૫૦ હજાર	વર્ષ	ત્રીજો	,, ,,
૫૦ ,,	,,	ચોથો	,, ,,
૧૫–૩૫ હજાર વર્ષ		પેલીઓલીથીક–હાલના મનુષ્યના અવશેષો. ખેતીનો યુગ–ઐતિહાસિક સમય.	

દરીઆનું પાણી ખારૂં કેમ છે?

માણેકઠારી પૂર્ણિમાની રૂપેરી રાતે અમે મુંબઇના પાલવા બંદર ઉપર ફરવા ગયા હતા. મારી સાથે મારા બે ભત્રીજા હતા. રસિકની ઉંમર પંદર વર્ષની હતી અને રસ્તામાં ચાલતાં ચાલતાં પણ તે તેના આનંદી, ટીખળી અને મસ્તીખોર સ્વભાવથી સર્વ કોઇનું ધ્યાન ખેંચી રહ્યો હતો. જયંત પાંચ વર્ષનો હોવા છતાં શાંત અને ઠરેલ લાગતો હતો; પણ તેને આડાતેડા સવાલ કરવાની ટેવ ઘણીજ હતી. તેના સવાલના જવાબ વિચિત્ર રીતે આપવા અને તેને ચીઢવવાનો પ્રયત્ન કરવો એ રસિકનું મોટું કામ હતું, અને તેમાં તેને ઘણી ગમ્મત પડતી. બંદર પરથી ઘણી હોડીઓ ચંદ્રના શાંત પ્રકાશનો લાભ લેવા નીકળી પડી હતી. અમે પણ એક હોડીમાં બેઠા. થોડે દૂર ગયા એટલે જયંતને તરસ લાગી અને રસિકની સાથે પાણી સંબંધી ખાનગી વાત શરૂ થઇ. મારૂં ધ્યાન પાલવા બંદરના કિનારા ઉપરના તાજમહાલ હોટલ અને તેની સાથેનાં મકાનોની હારનો ભવ્ય દેખાવ જોવામાં રોકાએલું હતું. એટલામાં "આ તો ખારૂં અને કડવું છે! હાક! થુ!"

સુંદરી સુબોધ જુલાઇ ૧૯૧૭માં પ્રથમ પ્રસિદ્ધ.

એવા શબ્દો ચીડાએલા જયન્તના મોંમાંથી નીકળતા સાંભળ્યા. પાછળ ફરીને જોતાં માલમ પડયું કે મસ્તીખોર રસિકે તરસ્યા જયન્તને પાણીને બહાને દરીઆનું પાણી ખોબો ભરીને પાઇ દીધું હતું. રસિક જોસભેર હસતો હતો; જયંત રોવા જેવો થઇ ગયો હતો; મારી ગુસ્સાભરી નજર પડતાંજ રસિક ચેતી ગયો, જેથી જયંતનો દોસ્ત થઇને તેને ફોસલાવવા લાગ્યો. ખીસ્સામાંથી પીપરમીંટની એક બે ગોળીઓ આપીને અને ઉપરથી એલચીના દાણા ખવડાવીને જયંતનું મોં હસતું કર્યું. હોડીની ગતિ તો આગળ ચાલુજ હતી. જયંત પૂછવા લાગ્યો, "કાકા, દરીઆનું પાણી ખારૂં કેમ હશે?"

"તેમાં મીઠું અને બીજા ખારો રહેલા હોવાથી ખારૂં લાગે છે." મેં જવાબ આપ્યો.

"એ મીઠું કોણે નાંખ્યું હશે? આપણે ચાણોદ કરનાળી હોડીમાં બેસીને ગયા હતા ત્યાં તો પાણીમાં મીઠું ન હતું. એ પાણી તો સારૂં લાગતું હતું." જયંતનો સવાલ આગળ વધ્યો.

ટીખળી રસિકે વચ્ચે ઉમેર્યું: "એ તો આજે સપારે તેં મને રમવાના પત્તાં નહોતાં આપ્યાં તેથી મેં મારા હાથમાં મીઠું નાંખીને તને ખારૂં પાણી પાયું હતું. હવે જોવું હોય તો દરીઆનું પાણી ફરીથી પી જો. આટલે દૂર આવ્યા પછી પાણી ખારૂં નહિ લાગે."

જયંત મારા સામું જોઈ રહ્યો. મેં હસીને પાણી પીવાની ના કહી. "દરીઆનું પાણી બધે ઠેકાણે ખારૂં હોય છે માટે તે પાણી કદી પીવું નહિ. હવે થોડીવારમાં હોડી પાછી ફરશે, અને આપણે ઘેર જઇને પાણી પીશું."

"પણ કાકા, દરીઆમાં મીઠું કોણે નાંખ્યું હશે?"

જયંતનો સવાલ ફરીથી પૂછાયો. "પરમેશ્વરે નાંખેલું બીજ કોણે ?" રસિક પોતાની મજાક કરવાની ટેવ છોડીને જરા ઠાવકું મોઢું કરી બોલ્યો.

"પણ પરમેશ્વરે શું કરવા નાંખ્યું ?" જયંત આટલાથી સમજે તેમ ન હતો. આ પ્રમાણે વાદવિવાદમાં કંઈ લાભ નહતો તેથી મેં જ ખુલાસો કર્યો:-

"દરીઆમાં મીઠું કોણે નાંખ્યું તેનો જવાબ મળવો મુશ્કેલ છે. પરંતુ દરીઆની ખારાશ કેવી રીતે આવી તે સમજવું સહેલું છે. દરીઆની અંદર પાણી આવે છે તે નદીઓમાંથી આવે છે અને ડુંગરો અને શહેરોની નજીક થઈને આવતી વખતે નદીઓમાં ખારાશનો થોડોએક ભાગ હોય છે."

"પણ નદીનું પાણી તો મીઠું અને સારૂં લાગે છે તો તેમાં વળી ખારાશ ક્યાંથી આવી ?" રસિક હવે આ વાતમાં રસ લઈને બોલ્યો.*

"નદીનાં પાણીમાં સહેજ ખારનો ભાગ હોય છે. કોઈ વખતે એકાદ નદીનું પાણી સુકાઈ જાય છે તો ત્યાંની રેતીમાં આ ખાર ચોકખો દેખાય છે."

"હા, હા, ખરી વાત. એક વાર હું દાદીની સાથે નદીએ નહાવા ગયો હતો ત્યાં મને "ઉસ" વાળી રેતી દેખાડી હતી. એ ઉસ કપડાં ધોવાના કામમાં આવે છે. ખરી વાતને ?" રસિકે પોતાની અક્કલ અને યાદદાસ્તી દેખાડ્યાં.

"હા. ઉસ ખારો પદાર્થ છે. આવા ખારા પદાર્થો નદીની સાથે દરીઆમાં મળી જાય છે. હવે દરીઆમાંનું પાણી દરરોજ સુકાતું જાય છે; સૂર્યના તાપથી પાણીની વરાળ થઈને આકાશમાં ગુમ થઈ જાય છે, પરંતુ અંદર રહેલો ખારો દરી-

---

* સુંદરી સુબોધ જુલાઈ ૧૯૧૭ માં પ્રથમ પ્રસિદ્ધ.

આમાંજ રહે છે. આથી દર વર્ષે દરીઆની ખારાશ વધતી જાય છે. અત્યારે દરીઆની અંદર એટલું બધું મીઠું છે કે તેમાંથી મીઠું જુદું કાઢીએ અને પૃથ્વી ઉપરની બધી કોરી જમીન ઉપર પાથરી દઇએ તેા દરેક ઠેકાણે ૪૦૦ ફીટ જેટલેા ઉંચેા થર થાય. એટલે કે ૭૫ માણસને એકેકની ઉપર ઉભા રાખીએ તેટલી ઉંચાઇ સુધીનેા આ મીઠાનેા થર આખી પૃથ્વી ઉપર પથરાય."

"પણ આટલું બધું મીઠું ભેગું થતાં કેટલાં વર્ષ લાગ્યાં હશે?" રસિકે એક બીજો સવાલ પૂછ્યો.

"આ વિષે પણ ગણત્રી કરવામાં આવી છે. પૃથ્વી આજથી કરેાડેા વર્ષ પહેલાં ઘણીજ ગરમ હાલતમાં હતી. તે વખતે પૃથ્વી ઉપરનું પાણી વરાળના રૂપમાં હતું અને જ્યારે પૃથ્વી ધીમે ધીમે ઠંડી થઇ ત્યારે આ વરાળનું પાણી થઇ ગયું; આ પાણી પૃથ્વી ઉપરની ખેાળાઓમાં ભરાઇને વહેતાં વહેતાં નદી, તળાવ, અને સમુદ્ર બન્યાં હશે, એમ ધારવાને આપણી પાસે સબળ કારણેા છે. આ પ્રમાણે જ્યારે પહેલેા સમુદ્ર બનેલેા તે વખતે તેમાં ખારાશનેા ભાગ બીલકુલ નહિ જ જેવેા હતેા એમ કહીએ તેા ચાલે."

રસિકને આ વાતમાં બરાબર સમજણ ન પડતાં તે ઝેાકાં ખાવા લાગ્યેા. જયંત તેા ક્યારનેા હેાડીમાં ઉંઘતેા હતેા. હેાડી હવે પાલવા બંદરની નજીક આવી રહી હતી. થેાડી વારમાં આ વાત પુરી કરવાની જરૂર હતી. વાતમાં રસ લાવવા માટે મેં રસિકને એક સવાલ પૂછ્યેાઃ—

" આપણે કયા સમુદ્રમાં છીએ?"

અર્ધો ઉંઘતેા અર્ધો જાગતેા રસિક બેાલ્યેાઃ "પાલવા બંદરની પાસે કયેા સમુદ્ર આવ્યેા તે તેા અમારા માસ્તરે શીખવાડ્યું નથી. પણ મુંબઇની પશ્ચિમે અરબી સમુદ્ર છે, એવું કંઇ યાદ છે."

"અરબી સમુદ્રને કઈ નદીઓ મળે છે?"

"ખારી, મેશ્વો, વાત્રક, સાબરમતી," રસિકે ગપ મારી.

"અત્યારે યાદ આવતી નથી."

"જો સાંભળ, તાપી, નર્મદા, આ ગુજરાતની મોટી નદીઓ વારે ભૂલવી ન જોઇએ. તે સિવાય પંજાબની પાંચ નદીઓ સિંધુ નદી વાટે અરબી સમુદ્રને મળે છે. હવે આ બધી નદીઓ સમુદ્રમાં ભેટતી વખતે ભેટ તરીકે ખારાશવાળા પદાર્થો લાવે છે. પૃથ્વી ઉપરની મુખ્ય નદીઓમાં ખારાશનું કેટલું પ્રમાણ છે તે વિદ્વાનોએ શોધી કાઢયું છે. આ ઉપરથી એમ નક્કી કરવામાં આવ્યું છે કે દર વર્ષે લગભગ ચૌદ અબજ બંગાળી મણ જેટલો ખારો પદાર્થ સમુદ્રને મળે છે."

રસિક ચમકયો. "કાકા તમે તો ગપ ફેંકો છો. આટલું બધું મીઠું દર વર્ષે સમુદ્રમાં જતું હોય તો એક વર્ષમાંજ આ દરીઓ બધો ખારો થઇ જાય."

"ના! પણ આ સમુદ્ર એટલો બધો વિશાળ છે અને સમુદ્રની અંદર ખારાશનો ભાગ એટલો બધો છે કે દર વર્ષે ચૌદ અબજ મણ જેટલો ખારો પદાર્થ ભેગો થતો જાય તોપણ સમુદ્રમાં રહેલો કુલ ખારાશનો ભાગ ભેગો થતાં આસરે આઠ કરોડ વર્ષ થયાં છે."

"ત્યારે આ મુંબઇનો દરીઓ આઠ કરોડ વર્ષ જેટલો જુનો છે?" રસિકે આશ્ચર્ય પામીને પૂછયું. મુંબઇના કિનારાની પાસેનો દરીઓ કેટલા વખતથી અહીં છે તે તો ચોકસ નથી. પણ પૃથ્વી ઉપરના મોટા સમુદ્ર અને મહાસાગરની ઉંમર આઠ કરોડ વર્ષ જેટલી હશે જ અને તે હિસાબે પૃથ્વીની ઉંમર પણ આસરે દશેક કરોડ વર્ષની ગણી શકાય."

"કાકા! તમે એમ કહો છો કે પરમેશ્વરે દશ કરોડ વર્ષ પહેલાં આ દુનિયા પેદા કરી?"

"ના. આ પૃથ્વી કોણે પેદા કરી તે વાત સંબંધી હું કશું જાણતો નથી. હું તો એમ કહું છું કે પૃથ્વીનાં ઇતિહાસના અભ્યાસથી એમ લાગે છે કે દશેક કરોડ વર્ષ પહેલાં પૃથ્વીની સ્થિતિ હાલના જેવી નક્કર અને સંગીન નહોતી અને તે સમયે કોઈ પ્રાણી તે ઉપર રહી શકે તેમ નહતું."

"એ બધું ખરૂં પણ કાલે નિશાળમાં જઇને બધાને વાત કરૂં કે ધરતી માતા દશ કરોડ વર્ષની બુઠ્ઠી છે અને મસ્તીખોર દરીઓ આઠ કરોડ વર્ષથી પોતાનું તોફાન કર્યાં કરે છે, તો કોઈ મારી મશ્કરી તો નહિ કરે ને?"

"મશ્કરી કરે તો માસ્તરને કહેજે." મેં સીધો જવાબ આપ્યો.

"પણ અમારા માસ્તર તો કહે છે કે ચોપડીમાં લખેલું નહોય તે બધું ખોટું." રસિકને નિશાળમાં પોતાની આબરૂ બહુ વહાલી હતી. તે છતાં સમુદ્રની ઉંમર સંબંધી આવી સરસ વાત કરવાનું માન પોતે લેવાની ઇચ્છા હતી.

"હા; પણ બધાની સાથે સમજાવીને વાત કરીશ તો બધા તારૂં કહ્યું માનશે. સમુદ્રમાં કેટલી ખારાશ છે અને દર વર્ષે કેટલી ખારાશ તેમાં એકઠી થાય છે તે બધું તું સમજ્યો હઇશ તો આ વાત બીજાને સમજાવતાં તને અડચણ નહિ આવે. બીજા કહે તે જ માનવું જોઇએ એમ કંઈ નથી; પરંતુ બીજાનું કહેલું આપણી અક્કલ અને વિચારમાં સીધું અને ખરૂં લાગે તો જ તે માનવું જોઇએ. સમજ્યા વગરનું શીખેલું તો નકામું જાય છે."

એટલામાં અમારી હોડી પાલવાના બંદર ઉપર આવી પહોંચી. અમે ઉતરીને પૈસા ચુકવીને ઘર તરફ ચાલ્યા.

લોહીની ગતિ

અર્વાચીન વૈદક શાસ્ત્રના ઇતિહાસમાં રક્ત પરિક્રમણની શોધ ઘણી જ અગત્યની છે. કારણ કે તે શોધ પછી જ શરીરના જુદા જુદા અવયવો અને ઇંદ્રિયો વચ્ચેના વાસ્તવિક સંબંધનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયું અને તે પછી જ રક્તનું ખરૂં કર્તવ્ય અને તેનો રોગ અને આરોગ્ય સાથેનો સંબંધ સમજાયો. પશુઓ અને મનુષ્યોના શરીરમાં લાલરંગનું પ્રવાહી લોહી–રક્ત–રૂધિર–શોણિત–જોસબંધ સતત વહે છે એ વાત શિકાર અને યુદ્ધના અનુભવને લીધે ઘણા જ પ્રાચીન સમયથી મનુષ્યના જાણવામાં છે. પરંતુ શરીરમાં રક્તનો શો ઉપયોગ છે તેની ગતિનું કારણ, અને પ્રયોજન શું છે, તે સંબંધી જ્ઞાન સત્તરમા સૈકામાં જ સંપાદિત થયું. રક્તના અગત્યના કર્તવ્યમાં ત્રણ મુખ્ય ગણી શકાય. એક પાચન થયેલા ખોરાકમાંથી સત્વ ચૂસી લેવાનું, બીજું તે સત્વને શુદ્ધ કરીને તેના પૈાષ્ટિક તત્વને શરીરના દૂરના દૂર સુધીના ભાગો સુધી પહોંચાડવાનું, અને ત્રીજું શરીરના દરેક ભાગોમાંથી અશુદ્ધ અને વિકૃત દ્રવ્યો દૂર કરવાનું–આ કાર્ય સફળ અને સત્વર થાય તેને માટે રક્તની સતત

ગતિની જરૂર છે. આ ગતિ રક્તાશય–હૃદયના માંસતંતુઓના વિકાસ અને સંકોચથી થાય છે.

હૃદય પમ્પ–આ દૃષ્ટિબિંદુથી હૃદયને પંપની સાથે અને આપણા શરીરને પાણીના કારખાનાની સાથે સરખાવી શકાય–કુવા, તળાવો, અથવા ટાંકીઓમાંથી પાણી ખેંચીને શહેરના દરેક ભાગને પહોંચાડવાને માટે નળીઓ, પાઇપો, અને પમ્પો રાખવા પડે છે, તેવી રીતે શરીરના જુદા જુદા અંગોમાં રક્ત પહોંચાડવાને માટે રક્તનલિકાઓ–ધમનીઓ હોય છે તેમાં હૃદયપંપના જોરવડે રક્ત પુરૂં પડાય છે. વળી શહેરોમાં ગંદુ પાણી ખેંચીને લઇ જવા માટે ગટરની નળીઓ જુદી હોય છે અને તેને માટે જુદો પંપ હોય છે; તેવી જ રીતે આપણા શરીરમાં પણ અશુદ્ધ લોહી લઇ જવાને માટે જુદી રક્તનલિકાઓ–શિરાઓ–હોય છે, અને તેને પાછું ખેંચવાને માટે હૃદય પંપનો એક ભાગ હમેશ તૈયાર રહે છે પરંતુ પાણીના કારખાનામાં અને આપણા શરીરમાં મોટો ફેર એ છે કે શહેરોમાં અશુદ્ધ પાણીનો ઉપયોગ ફરીથી થતો નથી, અને તે પાણીને ગટરો વાટે નાંખી દેવામાં આવે છે. પરંતુ રક્ત એ મનુષ્યના શરીરનું ઘણું જ કીંમતી દ્રવ્ય છે. અને તે નાંખી દેવું પાલવે નહિ. સાધારણ સશક્ત માણસના શરીરમાં ફક્ત દસ બાર રતલથી વધારે રક્ત હોતું નથી. પરંતુ હૃદયમાં અને રક્તની નલિકાઓમાં ૩૧૦૦૦ રતલથી ૩૮૦૦૦ રતલ જેટલું રક્ત દર ચોવીસ કલાકે વહે છે. ટુંકી મુડીએ આટલો લાંબો વેપાર કરવા માટે શરીરમાંના લોહીનો ફરી ફરીને ઉપયોગ કરવો પડે છે અને તેથી જ આ ગતિને રક્તપરિક્રમણ કહેવામાં આવે છે.

પ્રાચીન હિંદુઓનું જ્ઞાન—રક્તપરિક્રમણ વિષે પ્રાચીન કાળમાં ઘણું અજ્ઞાન હતું. તે સમયમાં પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ કરવા કરતાં માત્ર વિચાર અને કલ્પના કરવાની સહેલી પદ્ધતિ વધારે પ્રચલિત હોવાથી મનુષ્યના શરીરની રચના સંબંધી ઘણું અજ્ઞાન હતું. મરેલા શરીરના હાડકાઓના અનુભવથી અસ્થિશાસ્ત્ર સંબંધી સારૂં જ્ઞાન પ્રાપ્ત થયેલું હતું. પરંતુ જીવતા શરીરની તપાસ કરવાના ઉચિત સાધનોની ખામીને લીધે, તેમ જ મનુષ્ય સિવાય બીજા પ્રાણીઓના શરીરની રચના સંબંધી તુલનાત્મક જ્ઞાનના અભાવને લીધે રક્તપરિક્રમણનો વિષય અંધારામાં જ રહ્યો હતો. પ્રાચીન હિંદુ વૈદ્યશાસ્ત્રીઓએ આ સંબંધી કાંઇક જ્ઞાન મેળવ્યું હતું. પરંતુ ડૉ. વજેન્દ્રનાથ સીલના અભિપ્રાય પ્રમાણે રક્તપરિક્રમણ વિષે આયુર્વેદમાં ઘણી ભુલો કરવામાં આવી છે. રક્ત શુદ્ધિમાં ફેફસા (Lungs) અને હવા શું ભાવ ભજવે છે તે સંબંધી કેવળ અજ્ઞાન હતું.) યકૃત (Liver અને પ્લીહા (Spleen) ની મદદથી જ લોહી શુદ્ધ થાય છે એ આયુર્વેદની માન્યતા હવે ખોટી પડી છે; ધમનીઓ અને શિરાઓ તેમજ હૃદયના ધબકારા અને નાડી વિષે સારૂં જ્ઞાન હતું પરંતુ તેમાં ઘણોજ સુધારો કરવાની જરૂર હતી. ગ્રીક તત્ત્વવેત્તા એરીસ્ટોટલે પણ શ્વાસોચ્છ્વાસનું પ્રયોજન હવાના સંયોગથી રક્તને ઠંડુ કરવાનું છે એ ખોટી કલ્પના પ્રતિપાદન કરી હતી.

વિલીયમ હાર્વે—રક્તપરિક્રમણ સંબંધી સપ્રમાણ અને સચોટ જ્ઞાન મેળવવાનું માન વિલિયમ હાર્વે નામના અંગ્રેજ ડૉક્ટરને ઘટે છે. ઈ. સ. સત્તરમા સૈકામાંના મહાન વિજ્ઞાનવેત્તાઓમાં ગેલેલીઓ, કેપ્લર, ન્યૂટનની પંક્તિમાં

હાર્વેનું નામ મુકી શકાય. તે હરેકની સત્ય શોધવાની ઉત્કંઠા, વિજ્ઞાન ઉપરનો પ્રેમ, જીંદગીના જોખમે પણ અસત્ય નહિ બોલવાનો આગ્રહ, અને તે ઉપરાંત તેમના હાથે થયેલો વિજ્ઞાન વિસ્તાર, એ સઘળાને માટે તેમનાં નામ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં અમર થઇ ગયાં છે. હાર્વે (૧૫૭૮–૧૬૫૭) નો જન્મ એક અંગ્રેજ વેપારીને ત્યાં થયો હતો; તેને બાળપણથી બારીક અવલોકન કરવાની ટેવ હતી. કીડાઓ, પક્ષીઓ અને નાના પ્રાણીઓને ચીરીને તેમના શરીરની રચના તપાસવાનો તેને નાનપણથી જ શોખ હતો. આ કારણથી, અને તેને વૈદકીય ધંધા ઉપર પ્રેમ હોવાને લીધે, તેના પિતાએ તે સમયે યુરોપમાં સર્વોત્તમ ગણાતી ઇટાલીમાં આવેલી પાડુઆની પાઠશાળામાં મોકલ્યો. ત્યાં રહેવાની અગવડ અને ખાવાની હાડમારી વેઠીને પણ તેણે દૃઢ નિશ્ચયથી ચાર વર્ષનો અભ્યાસ ક્રમ પુરો કર્યો. તે સમયે તેને ત્યાંના પ્રખ્યાત પ્રોફેસર ફેબ્રીશીયસના હાથ નીચે શિરાઓની અંદરના પડદાઓના ઉપયોગ વિષે શોધ ખોળ કરતાં રક્તપરિક્રમણના વિષયમાં પ્રવેશ કરવાનો પ્રસંગ મળ્યો.

હાર્વેની પદ્ધતિ—આ વખતે નવી શોધખોળ સંબંધી કોઇને ગરજ અથવા ઉમંગ નહતાં. પંદરસે વર્ષ ઉપર થઇ ગયેલા એરીસ્ટોટલ અને ગેલન નામના પુરાણા વિદ્વાનોએ જે કંઇ લખેલું તે જ ખરૂં એમ ધારીને સઘળા ડોક્ટરો કામ કરતા. આવી પરિસ્થિતિમાં જુનું તેજ ખરૂં એમ માનીને સંતોષ ન પામતાં પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ એકઠાં કરવાની ઉત્કંઠા રાખનાર હાર્વે જેવા વિજ્ઞાન પ્રેમીઓની સંખ્યા ઘણી જ ઓછી હતી. ઇંગ્લાંડ પાછા આવ્યા પછી તેને લંડનની વૈદકીય કોલેજમાં અધ્યાપકની જગા મળી, અને થોડાં વર્ષ પછી પહેલા ચાર્લ્સ રાજાના વિજ્ઞાનપ્રિય સ્વભાવને લીધે તેમના

ગાલ્વેલનો ટેકો મળ્યો હતો. રોજ દરણાસ્તા કાક આઠ અને એશ આરામથી અંજાઈ ન જતાં તેણે રક્તપરિક્રમણ વિષે પોતાની શોધખોળ વીસ વર્ષ સુધી ચાલુ રાખી. હૃદયમાંથી નીકળતી એક એક ધમની અને શિરાના રસ્તા બારીકાઈથી તપાસીને અને તે દરેક સંબંધી બીજા પ્રાણીઓની રચનાની તુલનાથી તેણે સિદ્ધ કર્યું કે આપણા શરીરમાં રક્ત હૃદયના ધબકારાના જોરથી શરીરની રગેરગમાં ફેલાય છે અને ત્યાંથી પોતાનું અમુક કાર્ય કરીને અશુદ્ધ રૂપમાં પાછું હૃદયમાં આવી પોતાની મૂળની ગતિ શરૂ કરે છે. વીસ વર્ષ સુધી આ પ્રમાણે પ્રત્યક્ષ પ્રમાણો એકઠાં કર્યાં પછી તે પોતાની કોલેજમાં ભાષણો વખતે રક્તપરિક્રમણના પ્રયોગો દેખાડતો તેના વિરોધીઓની શંકાના સમાધાન કરવાને માટે યુક્તિપૂર્વક પ્રયોગો યોજવામાં તેણે બીજાં આઠ વર્ષ ગાળ્યાં અને એકંદર અઠાવીસ વર્ષ સુધી આ વિષય ઉપર સતત કામ કર્યા પછી જ તેણે આ વિષય ઉપર પુસ્તક લખ્યું. પહેલાં તો આ પુસ્તકની કોઈએ નોંધ લીધી નહિ. તેના જ કોલેજના સહાધ્યાપકો આ સંબંધી પોતાનાં ભાષણોમાં ઉલ્લેખ સરખો પણ કરતા નહિ. ઉલટું હાર્વેના પરિક્રમણ સંબંધી પરિવર્તક વિચારોને લીધે તેની ડોક્ટર તરીકેની કારકીર્દિમાં હરકત પડી અને તેના ઘણા પૈસાવાળા દરદીઓ તેની પાસે આવતા બંધ થયા. પરંતુ આ ક્ષણિક વિરોધ ક્ષોભ હાર્વેના શાંત સ્વભાવ, પ્રેમાળ વર્તન, અને વિરોધીઓ તરફ ગાલિપ્રદાનને બદલે પ્રત્યક્ષ પ્રયોગના પ્રમાણ બતાવવાની પદ્ધતિને લીધે થોડા સમયમાં શમી ગયો. ત્રીસ વર્ષના ટુંક સમયમાં આ શોધ આખા યુરોપમાં સ્વીકારાઈ અને હાર્વેના

જીવતાંજ તેણે યુરોપની ઘણી વૈદકીય પાઠશાળામાં પોતાનો સિદ્ધાંત શીખવાતો જોયો. હાર્વેના પછી કેટલાંએક વર્ષે ઇટાલીમાં ગેલેલીઓને પૃથ્વીની ગતિ વિષે લખેલા પુસ્તકને માટે કેહની શિક્ષા કરવામાં આવી હતી, અને જાહેરમાં માફી માગવાની ફરજ પાડવામાં આવી હતી. યુરોપના આવા ધર્માંધ અને અજ્ઞાનમય જીવનના સમયમાં હાર્વે પોતાની શોધ બધાને પોતાની હયાતીમાં કબુલ કરાવી શકયો, તો તેનું માન ઈંગ્લાંડના પ્રજામતના સ્વાતંત્ર્ય, પ્રેમી સ્વભાવ અને હાર્વેની શાંત અને પ્રેમાળ વિજ્ઞાન ભક્તિનેજ ઘટે છે.

હાર્વેનું મરણ—રક્તપરિક્રમણની શોધ વિષે હાર્વેએ ઇ. સ. ૧૫૨૮ માં પુસ્તક લખ્યા પછી તે લગભગ ત્રીસ વર્ષ જીવ્યો. તે સમયમાં તેણે પોતાની વૈજ્ઞાનિક શોધો ચાલુ રાખી હતી. મરઘીનાં બચ્ચા ઇંડામાંથી કેવી રીતે વૃદ્ધિ પામે છે તે સંબંધી સંશોધન કરીને તેણે અર્વાચીન ગર્ભવિદ્યા (Embryology)નો પાયો રચ્યો. તેની આ શોધ કેટલીએક રીતે રક્તપરિક્રમણની શોધ કરતાં વધારે અગત્યની લેખી શકાય. વૈદકીય કોલેજ સાથેનો હાર્વેનો સંબંધ છેવટ સુધી ચાલુ હતો, અને તેણે પોતાની કમાણીનો મોટો ભાગ કોલેજને અર્પણ કર્યો હતો. તેના વિજ્ઞાન માટેના અપૂર્વ ઉત્સાહને લીધે તેમજ તેના પ્રેમાળ સ્વભાવથી, તે તેના મરણ સુધી એક વયોવૃદ્ધ અને પ્રવીણ વિજ્ઞાની તરીકે પૂજાયો. ઈ. સ. ૧૬૫૭ માં તેનું મરણ થયું. ત્યારે તેના દફનક્રિયાના સરઘસમાં તેના સહાધ્યાપકો અને બીજા મિત્રો પચાસ માઇલ દૂર તેના હેમ્પસ્ટેડ ગામ સુધી સામેલ થયા હતા; તેના દફનને બીજેજ દિવસે ક્રોમવેલનો બીજી વારે અભિષેક થવાનો હતો. તે છતાં પણ મુસાફરીની અગ-

વડ,વેહીને આટલે દૂર સુધી સારી સંખ્યામાં પ્રતિષ્ઠિત ગૃહસ્થોએ હાજરી આપી હતી, એજ હાર્વેની અંતિમ લોકપ્રિયતાનું એક સૂચન છે.

હાર્વેની શોધ—હાર્વે કોણ હતો, તે જોયા પછી તેની શોધ સંબધી જરા વધારે વિગતો તપાસીએ. પાડુઆમાં તે અભ્યાસ કરતો હતો તે સમયે તેનો પ્રોફેસર શિરાની અંદરની પડદા જેવી રચનાની તપાસમાં રોકાયો હતો. પ્રોફેસર ફેબ્રીશીઅસના ધારવા પ્રમાણે આ પડદાનું કામ લોહી એકદમ વહી જતું અટકાવવાનું હતું પરંતુ ધારણાથી સંતોષ ન પામતાં હાર્વેએ આ પડદાના ઉપયોગ વિષે વધારે વિચાર અને પ્રયોગ કરવા માંડ્યા. તેણે બધી રક્તવાહિની નલિકાઓની અંદર લોહીની ગતિ તપાસવા માંડી. આ નલિકાઓ તપાસતાં સાધારણ માણસને પણ તેમાં બે મુખ્ય પ્રકાર સ્પષ્ટ દેખાઇ આવે છે. "ધમની"ની અંદર શુદ્ધ લોહી હોય છે, અને તેમાં ફરતાં લોહીની ગતિના ધબકારા સ્પષ્ટ માલુમ પડે છે; આપણા હાથના અને પગના કાંડાની નજીકમાં આવેલી ધમનીના ધબકારાને લીધે નાડીની ગતિ તે જગ્યાએ આંગળી મુકતાં દેખાઈ આવે છે. ધમનીમાં લોહી શુદ્ધ રંગનું હોય છે પણ શિરાઓમાં અશુદ્ધ લોહી કાળાશપર પડતા રંગનું હોય છે અને તેથી શિરાઓનો રંગ પણ વાદળી જેવો દેખાય છે. આવી શિરાઓ આપણા હાથની પંજાની અંદરના હાડકાં ઉપર સ્પષ્ટ દેખાય છે; આ શિરાઓમાં લોહીની ગતિના ધબકારા બંધ થતા નથી, પરંતુ ધીમે ધીમે થાય છે. હવે હાર્વેના સમય પહેલાં ધમની અને શિરા સંબધી પુરી સમજણ કોઇને ન હતી. શરીરની બધી નલિકાઓ તપાસતાં હાર્વેએ એક દિવસ જીવતા પ્રાણીની પગની ધમનીને જુદી પાડી અને તેની ઉપર દોરી સખત બાંધીને

લોહીની ગતિને બંધ કરી. તેમ કરવાં તેને દેખાયું કે ઉપરની બાજુએ બધું લોહી ભરાઈ ગયું, અને તે બાજુએ ધબકારા જોરથી થવા લાગ્યા. તેથી ઉલટું ગાંઠની નીચેના ભાગમાં ધબકારા બંધ પડ્યા. આ ઉપરથી એમ સિદ્ધ થયું કે ધમનીની અંદર રક્ત હૃદયમાંથી પગની તરફ જતું હતું, અને દોરી બાંધવાથી આ પ્રવાહ આગળ જતાં અટકી ગયો હતો, અને ગાંઠની નીચે ધબકારા બંધ થયા હતા. તેવી જ રીતે પગની શિરા બાંધવાથી હાર્વેને દેખાયું કે શિરાની ગાંઠની નીચેની બાજુએ લોહી ભરાઇ ગયું અને તે ઉપરથી તેને લાગ્યું કે શિરાની અંદર લોહી પગમાંથી હૃદય તરફ જતું હતું, અને ગાંઠ બાંધવાથી આ ગતિ અટકી ગઇ હતી. આજ પ્રમાણે તેણે હાથમાંની એક ધમની અને એક શિરાને બાંધી જોઇ, ત્યાં પણ એમ જ દેખાયું કે ધમનીમાં રક્તની ગતિ હાથની તરફ હતી, અને શિરાની અંદર લોહીની ગતિ હૃદય તરફ હતી. આ ઉપરથી હાર્વેને લાગ્યું કે રક્તની ગતિ શરીરમાં સતત ચાલુ રહે છે. હૃદયમાંથી ધમનીઓ વાટે નીકળીને લોહી આખા શરીરમાં વહે છે, અને શરીરના જુદા જુદા અવયવોમાંથી શિરાને વાટે પાછું હૃદયમાં જાય છે. આ સિદ્ધાંત જો ખરો હોય તો શિરાઓની અંદરના પડદાઓનો ઉપયોગ પણ સમજી શકાય. આ પડદાઓ લોહીની ગતિ હૃદય તરફ જ જાય એ હેતુથી ચોકી કરે છે, અને કોઈ કારણથી લોહીની ગતિ અવળી દિશામાં થાય તો આ પડદા બંધ થઈ જાય છે, અને તેથી લોહીની ગતિ હંમેશ એક જ દિશામાં થાય છે. ધમનીના ધબકારા પણ આ સિદ્ધાંત પ્રમાણે સહેલાઇથી સમજી શકાય છે. હૃદયના ધબકારાથી રક્ત જોસબંધ ધમનીઓમાં જવાથી તે પહોળી થાય છે—વિકસે છે

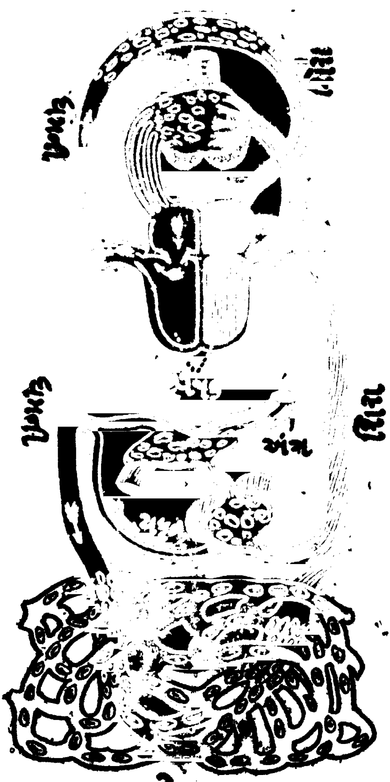
અને હૃદયનો બીજો ધબકારો થયા પહેલાં તે સંકોચાઈ જાય છે. આ પ્રમાણે હૃદયના વિકાસ અને સંકોચથી થતા ધબકારા પ્રમાણે ધમનીઓમાં પણ ધબકારા થાય છે, અને આ ધબકારાને લીધે નાડીની ગતિ અને વેગ સ્પષ્ટ દેખાય છે.

હૃદયની રચના—હૃદયમાંથી રક્ત કેવી રીતે જઈને બહાર નીકળે છે, અને તેમાં રક્તની ગતિ સતત ચાલુ રહે તે માટે શી યોજના કરવામાં આવી છે, તે જાણવા જેવી છે. ડાબી છાતીની ડાબી તરફની પાંસળી નીચે પોલા સ્નાયુઓની બનેલી કોથળી જેવું બદામના આકારનું રક્તાશય જોવામાં આવે છે; તેમાં બે ઉભા ભાગ અને બે આડા ભાગ એમ કરીને ચાર ખંડ હોય છે. જમણા ભાગમાં શરીરમાંથી અશુદ્ધ રક્ત ભેગું થાય છે, અને ડાબા ભાગમાં શુદ્ધ રક્ત હોય છે. આ બંને ભાગમાંથી રક્ત એકઠું થઈ ન જાય માટે વચ્ચે મજબુત દિવાલ હોય છે. રક્ત ખેંચી લેવાના અને રક્ત બહાર કાઢવાના જુદાં જુદાં કામ સારી રીતે થઈ શકે તેને માટે ડાબા અને જમણા પાસામાં ગ્રાહક અને ક્ષેપક એમ બે વિભાગ કરવામાં આવ્યા છે. જમણા ગ્રાહક ભાગમાં અશુદ્ધ રક્ત એકઠું થાય છે, અને તેમાંથી શુદ્ધ રક્ત ક્ષેપક ભાગમાં જાય છે. આ બે વિભાગની વચ્ચે પડદાઓની રચના એવી નાજુક, સાદી અને સરસ છે કે ક્ષેપક વિભાગમાંથી લોહી કદી ગ્રાહક વિભાગમાં જઈ ન શકે અને તેવી જ રીતે ધમની અને શિરાઓમાં પણ લોહીની ગતિને કંઈ અંતરાય આવી શકતો નથી. હૃદયની દિવાલ અને અંદરના પડદાઓ (vahies) માંસની પેશીઓમાં જોરને લીધે વખતસર સંકોચાય છે, અને વખતસર વિકસે છે; આ નિયમસર સંકોચ અને વિકાસ ઉપર શરીરની અંદર રક્તની ગતિનો આધાર છે અને તેમાં કંઈપણ અનિયમિતતા અથવા

રોગિષ્ટતા આવી જવાથી જીંદગીનું જોખમ થઇ જાય છે. હૃદય બંધ પડવાથી મરી જનારના દાખલા આપણે ઘણી વાર સાંભળીએ છીએ. આપણે જોયું તે પ્રમાણે પહેલા હૃદયના ગ્રાહક ભાગમાં રક્ત ભરાય છે અને પછી નીચેના ક્ષેપક ભાગમાં ભરાય છે. ક્ષેપક ભાગ ભરાઇ જાય કે તરત જ તેની ઉપરના પડદા બંધ થઇ જાય છે, અને પછી તે ભાગની દિવાલના સ્નાયુઓ સંકોચાઈ જવાથી બૃહત ધમની વાટે રક્ત જોસ બંધ વહેવા માંડે છે. ક્ષેપક ભાગ ખાલી થાય કે તે દરમ્યાનમાં ગ્રાહક ભાગ વિકસે છે અને તેમાં રક્ત ભરાઇને ફરીથી ક્ષેપક ભાગમાં બીજું રક્ત આવવાની તૈયારી થઈ જાય છે. આ પ્રમાણે બૃહત ધમનીમાં રક્તનો પ્રવાહ સતત ચાલુ રહે છે. જમણા ભાગમાંથી નીકળેલું આ અશુદ્ધ લોહી ફેફસામાં જાય છે, અને શુદ્ધ હવાના સંયોગથી શુદ્ધ થઈને ડાબા ભાગમાં દાખલ થાય છે, અને ત્યાંથી ડાબા ક્ષેપક ભાગમાં થઇને ધમનીની શાખાઓ વાટે શરીરના ઉપરના અને નીચેના ભાગને રક્ત પહોંચે છે. ઉચ્ચ શાખામાંથી નીકળતી બીજી નલિકાઓ વાટે ખભા, હાથ અને મસ્તકના ભાગને અને નિમ્ન શાખાઓની નસો વાટે શરીરના બીજા અવયવોને રક્ત પહોંચાડવામાં આવે છે. આવી જ રીતે શિરાઓની ઉચ્ચ અને નિમ્ન શાખાઓવડે શરીરની ઉપરના અને નીચેના અવયવોમાંથી અશુદ્ધ રક્ત હૃદયના જમણા ભાગમાં ભેગું થાય છે.

કેશિકાઓની રચના–ધમનીઓમાંથી જતું રક્ત શિરાઓમાંથી પાછું શી રીતે આવે છે તે સંબંધી હાર્વેને પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ મળ્યું ન હતું. કારણ કે ધમની અને શિરાનો સંબંધ કેશિકા નામની વાળ કરતાં પણ વધારે બારીક

નલિકાઓમાંથી થાય છે, અને કેશિકા જોવાને માટે સૂક્ષ્મ



રક્તપરિભ્રમણ દેખાડનારું ચિત્ર.

દર્શક યંત્રની મદદ હાવેંને ન હતી. સાથેના ચિત્રની નીચેના ભાગમાં આ કેશિકાઓનું ઘણું જ મોટું (Magnified) ચિત્ર આપ્યું છે. તેમાં સાદી આંખે દેખી ન શકાય તેવી બારીક નળીઓ એટલી મોટી ચીતરવામાં આવી છે કે તેની અંદરના રક્તના રક્તકણો પણ સ્પષ્ટ દેખાય છે. આ કેશિકાઓની દિવાલની ચામડી એટલી તો બારીક, પાતળી અને પારદર્શક હોય છે કે તેની અંદરથી રક્તનાં પૌષ્ટિક દ્રવ્યો આગળ પાછળના માંસનાં તંતુઓમાં (tissues) સહેલાઈથી જઈ શકે છે. ધમનીઓની નાની શાખાઓમાં થઈને કેશિકાઓમાં રક્ત જાય છે, અને

ત્યાં શુદ્ધાશુદ્ધ દ્રવ્ય વિનિમયનું કામ કરીને આ અશુદ્ધ રક્ત પાછું શિરાઓની શાખામાં દાખલ થાય છે. એટલે કે ધમની અને શિરાઓની વચ્ચેનો સંબંધ આ પારદર્શક કોશિકાઓ-ની મારફત થાય છે. કોશિકાઓમાંથી પસાર થતાં લોહી-માંથી ઉપયોગી દ્રવ્યો આજુ બાજુના માંસતંતુઓમાં પ્રસરે છે, અને તેના બદલામાં આ માંસતંતુઓમાં શરીરના-વ્યાપારથી એકઠાં થયેલાં અશુદ્ધ અને વિકૃત દ્રવ્યો (જેવાં કે કાર્બોનિક ગ્યાસ) આ કોશિકાઓની બારીક દિવાલો મારફત શિરાઓના રક્તમાં ભળી જાય છે. માંસતંતુ કોષોમાં રક્તનું વેરણ છેરણ થઇ ગયા સિવાય તેમાંથી વિકૃત દ્રવ્યો દૂર કરવાનું અને શુદ્ધ દ્રવ્યોનાં પુષ્ટિકારક તત્વો પહોંચાડવાનું કાર્ય કરવાને માટે આ કોશિકાઓની યુક્તિ ઘણીજ સૂક્ષ્મ અને સફળ થાય છે.

ફેફસાની રચના—કોશિકાની રચના શરીરના લગભગ બધા અવયવોમાં જોવામાં આવે છે. આખા શરીર-માંથી એકઠું થતું અશુદ્ધ રક્ત હૃદયમાં એકઠું થાય છે, અને ત્યાંથી તેને શુદ્ધ કરવા માટે ફેફસામાં મોકલવામાં આવે છે એ પ્રમાણે જોઈ ગયા. ફેફસામાં જતાં શિરાઓની અસંખ્ય શાખાઓ થઇ જાય છે, અને તેમાંથી છેવટે ઘણીજ બારીક કોશિકાઓ ફૂટાઈ જાય છે. બીજી તરફથી મોં અને નાક વાટે દાખલ થતી હવાની નળીઓ પણ ધીમે ધીમે ફૂટાતી અસંખ્ય બારીક નલિકાઓમાં વહેંચાઇ જાય છે. આ હવાની બારીક નલિકાઓ અને રક્તની સૂક્ષ્મ કોશિ-કાઓ ઘણીજ પાસે પાસે હોય છે. અને તે બંનેની વચ્ચે એટલે રક્ત અને હવાની વચ્ચે ફક્ત ઘણોજ ઝીણો અને પાતળો પડદો હોય છે. આ રચનાથી રક્ત અને હવાની વચ્ચે રાસાયણિક સંયોજનને માટે ઘણીજ સારી સગવડ

થયો છે. વળી કેશિકાઓ અને વાયુનલિકાઓના અસંખ્ય કોશોને લીધે આ રાસાયણિક સંયોજનને માટે ફેફસામાં ૨૦૦૦ ચોરસ ફીટ જેટલી મોટી સપાટી મળે છે. ફેફસામાં રક્તના અશુદ્ધ અને વિકૃત પદાર્થોનો પ્રાણવાયુના સંયોજનથી નાશ થાય છે, અને કાળાશ પડતા લોહીનો રંગ બદલાઈને શુદ્ધ લાલ રંગ થાય છે.

આ રંગનો ફેરફાર થવાનું કારણ શું? આ પ્રશ્નનો વિચાર કરતાં આપણે રક્તના વિષે જરા વધારે વિગતવાર જોવું પડશે. સાધારણ શુદ્ધ રક્તમાં એક પ્રવાહી અને બીજું સંગીન એમ બે પદાર્થો દેખાય છે. એક તો પીળાશ પડતા પ્રવાહી રૂપનું 'પ્લાસ્મા' અને બીજો લાલ ચેરી લાલ રંગનો ઘન 'પ્રોટીડ' જાતનો પદાર્થ. આ સિવાય સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર નીચે રક્તના બિંદુને જોવાથી તેની અંદર બે જાતનાં ગોળ-ચળકતાં જેવાં જીવંત અણુઓ દેખાય છે. તેમાં શ્વેતાણુ (White corpuscles)ની સંખ્યા ઘણી જ ઓછી હોય છે પરંતુ તેની ઉપયોગિતા ઘણી જ હોય છે. આ શ્વેતાણુઓ નાનાં એક કોષી જંતુ (અમીબા)ને મળતાં આવે છે અને તેમની માફક ખોરાક લેવાની અને ઝેરી પદાર્થો અને ઝેરી તંતુઓનો નાશ કરવાની શક્તિ ધરાવે છે. કોઈ પણ ઠેકાણે તંતુઓની વિકૃતિ થવાનો સંભવ જણાય તો તે ઠેકાણે શ્વેતાણુઓ દોડી જઈને ઝેરી જંતુઓ અને પદાર્થોનો નાશ કરી નાખે છે. હવે રક્તાણુઓનું (Red corpuscles) કાર્ય બીજી જાતનું હોય છે. આ રક્તાણુઓનો રંગ (Hæmoglobin) નામે લોખંડવાળા પદાર્થને લીધે લાલ રહે છે. રક્તને માટે "લોહી" શબ્દથી એમ લાગે છે કે પ્રાચીન હિંદુ શરીર રચનાશાસ્ત્રીઓ રક્તની

સાથે લોખંડનો રસાયણિક સંબંધ છે એમ જાણતા હતા. રક્તાણુઓમાંથી લાલ રંગનો પદાર્થ જુદો પાડી શકાય છે અને તેના રાસાયણિક લક્ષણોનો અભ્યાસ થઇ શકે છે. આ પદાર્થ "હીમોગ્લોબીન" હવાના ઑક્સિજન સાથે મળવાથી શુદ્ધ લાલ રંગનો પદાર્થ "ઓક્સિ હોમોગ્લોબીન" ઉત્પન્ન થાય છે. આ લાલ પદાર્થ જ્યાં હવાનું દબાણ ઓછું હોય તેવી જગામાં અથવા તો તેમાંથી ઑક્સિજનનું શોષણ થઈ શકે તેવી સ્થિતિમાં મુકવામાં આવે તો તેમાંથી ઑક્સિજન વાયુ નીકળી જાય છે અને તેમાંથી કાળાશ પડતા જાંબુડીઆ રંગનો પદાર્થ બને છે. ફેફસામાં પણ આ ક્રિયા થાય છે. અશુદ્ધ રક્તમાં હવા મળવાથી લાલ રંગનો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે; આ પદાર્થ શરીરના દરેક અવયવના સ્નાયુ અને તંતુઓને ઑક્સિજન આપી દે છે. અને આ વિક્રિયામાં જાંબુડીઆ રંગનો પદાર્થ બનવાને લીધે લોહી કાળું પડી જાય છે. આજ કારણથી ધમનીઓમાં રક્તનો રંગ શુદ્ધ લાલ હોય છે અને શિરાઓમાં ઓક્સિજનથી વિમુક્ત લોહીનો રંગ જાંબુડીઆ જેવો હોય છે.

કસરતની જરૂર—કોઈ કહેશે કે આટલું બધું લાંબું રક્તપુરાણ વાંચ્યાથી ફાયદો શો? આપણા શરીરના જીવનરસ-રક્ત સંબંધી જાણવાની દરેક મનુષ્યની ફરજ છે. વળી રક્તની ગતિના ઉપયોગ વિષે દરેક મનુષ્યને જિજ્ઞાસા હોવી જ જોઇએ. શરીરના ભિન્ન ભિન્ન અંગોની પ્રવૃત્તિને સંયોજિત કરીને શરીરનાં મુખ્ય વ્યાપારો ચાલુ રાખવાનું કામ રક્ત કરે છે. શરીરમાં ખોરાક પાચન થઇને અંગ—આંતરડામાં થઇને રસ જાય છે. તેનું સત્વ લોહીને મળે છે. આ રક્ત ફેફસામાં શુદ્ધ થઇને પાછું

ધમનીઓ વડે શરીરના હરેક હરેક ભાગને મળે છે. આ રક્તની ગતિ હૃદયના ધબકારાને લીધે થાય છે. તેથી જેમ ધમનીઓ હૃદયથી દૂર થતી જાય છે તેમ તેમાં રક્તની ગતિનું જોર ઓછું થતું જાય છે. કોશિકાઓ અને શિરાઓમાં રક્તની ગતિ ઘણી જ ધીમી થઈ જાય છે. આપણે જોઈ ગયા છીએ કે કોશિકા વાટે થતો શુદ્ધ અને અશુદ્ધ દ્રવ્યનો વિનિમય હરેક અંગને માટે ઘણો જ જરૂરનો છે, અને તે હંમેશ ચાલુ રહે તેટલા માટે રક્તની ગતિ અબાધિત રહેવી જોઈએ. ધમનીમાં રક્તની ગતિ હૃદયના ધબકારા ઉપર આધાર રાખે છે. પરંતુ કોશિકા અને શિરાઓમાં તો તે ગતિનો આધાર શરીરના સ્નાયુના દબાણ ઉપર જ આધાર રાખે છે અને સ્નાયુઓ કોઈ વખતે શિથિલ થઈ જવાથી શિરાઓની અંદર રક્તનો પ્રવાહ ઓછો થઈ જાય છે. તેમ થતું અટકાવવાને માટે અને સ્નાયુઓની શિથિલતા દૂર કરવાને માટે શરીરને કસરતની જરૂર રહે છે. વળી શરીરનું બંધારણ અને શિરાઓની રચના એવી રીતનાં ગોઠવાએલાં હોય છે કે શરીરના જે ભાગમાં વધારે કામ થતું હોય તે જ ભાગમાં રક્તની ગતિ વધારે હોય છે. શરીરના ગતિહીન અને આળસુ અવયવોમાં રક્તની ગતિ પુરેપુરી થઈ શકતી નથી. અને તે અંગો જીવન રસ—રક્તનાં પોષક દ્રવ્યોનાં અભાવે દુર્બળ અને શકિતહીન રહે છે. મગજમારી કરનાર માણસોમાં મગજ તરફ રક્તની ગતિ હોય છે. અને કસરત સિવાય તેમની હોજરીની પાચન ક્રિયા મંદ રહે છે અને અંગના સ્નાયુઓની સ્થિતિમાં જેને લીધે બંધ કોષ વગેરે રોગો ઉત્પન્ન થાય છે. કસરત કરવાથી શરીરના હરેક અવયવને આવશ્યક પ્રમાણમાં પોષક દ્રવ્યો મળે છે; આ

સિવાય કસરત કરવાથી શ્વાસોચ્છ્વાસ ક્રિયા ઉત્તેજિત થાય છે, અને તેથી શિરાઓમાંથી રક્ત ખેંચાઇને છાતીના ભાગ તરફ જાય છે, અને તેથી તેની હૃદય તરફની ગતિને ઉત્તેજન મળે છે. આ પ્રમાણે કસરતથી સર્વ દિશામાં લાભ થાય છે એ વિચારને રક્તની ગતિનું જ્ઞાન પણ પુષ્ટિ આપે છે.

આપણે જોઇ ગયા કે સાધારણ નિરોગી શરીરમાં દશ બાર રતલ કરતાં વધારે રક્ત હોતું નથી. પરંતુ તેને હમેશ ફરતું અને ચોકખું રાખવાને માટે હૃદયની વિલક્ષણ રચનામાંથી દરેક મિનિટે ૨૦ રતલ જેટલું રક્ત પસાર થાય છે. આ રક્ત ફેફસામાં જતાં તેની શુદ્ધિ માટે ૨૦૦૦ ચોરસ ફીટ જેટલી સપાટી તૈયાર કરવામાં આવી છે. ત્યાંથી પ્રાણવાયુ લઇને શરીરના દરેક અવયવને પહોંચાડવા માટે રક્તાણુ અને હીમોગ્લોબીન જેવી ઉપયોગી વસ્તુઓ, તેમ જ શ્વેતાણુ જેવા ઉપયોગી જંતુ વિનાશક અણુઓ શરીરના દરેક ભાગમાં ફરતા રહે છે, અને દરેક અવયવને આરોગ્ય અને બળ પ્રાપ્ત કરવાના પ્રસંગો આપે છે. આટલી સૂક્ષ્મ અને દૂરદર્શી રચનાના જ્ઞાનનો લાભ લઇને આપણે રોગ દૂર ન કરી શકીએ અથવા બળ અને આરોગ્ય પ્રાપ્ત કરી ન શકીએ તો તેમાં આપણો જ વાંક ગણાશે.

¤¤¤¤¤¤¤¤¤

ખોરાકનું રસાયણ.*

મનુષ્યના જીવનની શરૂઆતથીજ ખોરાક ખાવાનું અને તે સંબંધી તૈયારી કરવાનું કામ ઘણું જ અગત્યનું ગણાયું છે. મનુષ્યને ખોરાકની જરૂર ન હોત તો તે કોઈ પણ પ્રકારનું કામ કરવાને તૈયાર થાત કે નહિ એ શંકાસ્પદ છે; ખોરાકને માટે પેટ ભરવાને માટે સમાજની સાધારણ પ્રવૃત્તિ હોય છે એ નિર્વિવાદ છે; પેટ ભરવાનું પ્રાથમિક કામ થયા પછી જ મનુષ્યને ઉચ્ચ આશાઓ અને ભાવનાઓ સુઝે છે. તેથી જ "ખાવું તે જીવવા માટે" કે "જીવવું તે ખાવા માટે" એ પ્રશ્ન ઘણીવાર ઉદ્ભવે છે. કેટલાએક શોખીનો ખાવું તે ખાવાને જ માટે એવો આદર્શ ધરે છે. કળા તે કળાને જ માટે, વિજ્ઞાન તે વિજ્ઞાનને જ માટે, તેવી રીતે ભોજન તે ભોજનના સ્વાદને જ માટે એ આદર્શ કંઈ હલકો ગણી શકાય નહિ! પરંતુ આવો આદર્શ પ્રજાના સઘળા ભાગને રાખવો અશક્ય છે.

---

*ગુજરાત સાહિત્ય પરિષદની વિજ્ઞાન સમિતિ તરફથી મુંબઈમાં અપાયેલા એક ભાષણની નોંધ ઉપરથી...... પ્રથમ પ્રસિદ્ધ "શ્રી બોધ" સપ્ટેંબર અક્ટોબર ૧૯૨૨.

વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ તો ભોજન તે ખોરાકનાં પુષ્ટિકારક તત્ત્વો માટે. આ વિચારથી જ આપણે આજે આપણો વિષય ચર્ચીશું. તે સંબંધમાં રસાયણિક દૃષ્ટિએ ખોરાક એ શું છે, અને ખોરાકનો ઉપયોગ શરીરમાં શો થાય છે તે જોઇશું. હાલની સખ્ત મોંઘવારીના વખતમાં ખોરાકની આર્થિક અને તેની વાસ્તવિક રસાયણિક કીંમત સ્પષ્ટ રીતે સમજાવવાની જરૂર છે. ખાવાની વસ્તુઓ માટે પૈસા ખરચતાં છતાં તેમાંથી શરીરને જોઈતી શક્તિ અને પુષ્ટિ ન મળે તો તેમાં આપણો જ વાંક અને આપણું જ અજ્ઞાન. આ અજ્ઞાન દૂર કરવાનો અને ખોરાકના રસાયણિક ગુણોના જ્ઞાનનો રોજના જીવનમાં ઉપયોગ કેવી રીતે કરવો એ સમજાવવાનો આ ભાષણનો હેતુ છે.

૨ શરીર અને ભઠ્ઠી:–આપણા શરીરને ભઠ્ઠીની સાથે ઘણી વખત સરખાવવામાં આવે છે અને તે ઉપમા ઘણી રીતે બંધબેસતી છે. ભઠ્ઠી કોલસા કે બળતણ વગર ઠંડી પડી જાય છે; તેવી જ રીતે શરીરને પણ નિયમિત ખોરાક ન મળે તો શરીરની પ્રવૃત્તિ મંદ થઇ જાય છે અને છેવટે ભૂખમરાથી શરીરનો નાશ થાય છે. ભઠ્ઠીમાં પણ હવા જવાનો રસ્તો બંધ થાય અથવા તેમાં રાખોડી કે કચરો ભરાઈ જાય તો સંપૂર્ણ તાપ મળી શકતો નથી; તેવી જ રીતે શરીરમાં પણ કચરો ભરાવાથી શરીરની પ્રવૃત્તિ શિથિલ થઈ જાય છે, પરંતુ ભઠ્ઠી અને શરીર વચ્ચે બીજી રીતે ઘણો ફેર રહે છે, તે ભૂલી જવું જોઇએ નહિ. ખોરાક લેવાથી શરીર ગરમ રહે છે એટલું જ નહિ પણ ઘસાતું શરીર ફરીથી બંધાય છે અને શરીરની નવી વૃદ્ધિ જ થાય છે. એટલે કે માણસનું વજન કામ કરવા છતાં પણ એટલું ને એટલું જ

રહે છે અને ઘણીવાર વધે છે; આ વર્ધનશક્તિ ભઠ્ઠીમાં જોવામાં આવતી નથી. વળી ભઠ્ઠીમાં તાપ એક સરખો રહી શકતો નથી, પરંતુ આપણા શરીરમાં ગરમી એક સરખી જ રહે છે અને એક દશાંશ ડીગ્રી જેટલો પણ તેમાં ફેરફાર થતો નથી. સાધારણ રીતે ૯૮.૪૦ ફે. ડીગ્રી જેટલું ઉષ્મામાન આપણા શરીરમાં રહે છે અને શરીરમાં રોગ ન પેસે ત્યાં સુધી તેમાં કંઈ ફેરફાર થતો નથી. એક નિર્જીવ વસ્તુને હંમેશ આટલી ગરમ રાખવાને કેટલું બળતણ જોઈએ તેનો ખ્યાલ આપણને સહેજમાં આવે તેમ નથી. તે સંબંધી વધારે વિચાર આપણે પછીથી કરીશું પરંતુ હાલમાં તો શરીર અને ખોરાક સંબંધી બે મુખ્ય વાતો યાદ રાખવી જોઈએ. શરીરની ગરમી–ઉષ્મા–હંમેશાં એક સરખી સાચવવા માટે અને કામ કરવાથી શરીર ઘસાતું જાય તે ફરીથી બંધાવા માટે ખોરાકની જરૂર પડે છે. આ પ્રમાણે ખોરાકના બે મુખ્ય ઉપયોગ છે; એક તો શરીરને હંમેશ ગરમ રાખવાનું અને બીજું શરીર ઘસાતું અટકાવવાનું તેથી ખોરાકના મુખ્ય બે વર્ગ છે. એક તો શરીરને ગરમી–ઉષ્મા અને કામ કરવાની શક્તિ આપનાર, બીજા વર્ગમાં શરીરને ઘસાતું અટકાવવાને માટે નવું શરીર બાંધનાર–આ બે વર્ગો વિષે હવે જરા વધારે વિગતથી તપાસ કરીએ.

૩ ખોરાકના વર્ગ–શરીર બાંધનાર પદાર્થોમાં "પ્રોટીડ" નામે ઓળખાતા પદાર્થોનો સમૂહ મુખ્ય છે; ગુજરાતીમાં આપણે તેમને 'પોષક' કહીશું. શરીરના બંધારણમાં સ્નાયુઓ અને તંતુઓ હોય છે અને તે બધામાં "કોષ" (cell) સમાએલા હોય છે. કોષ અત્યંતાત્યંત સૂક્ષ્મ છે, અને અસંખ્ય કોષોને ઇંટોની જેમ ગોઠવીને શરીરની રચના થાય છે.

ઈંટોના બંધારણમાં માટીનો ભાગ મુખ્ય હોય છે. તેજ રીતે કોષોના બંધારણમાં પણ માટીનો ભાગ મુખ્ય હોય છે. તેમાં નાઈટ્રોજન નામના રસાયણિક તત્વની હાજરીને લીધે તે શરીરના બંધારણમાં ઘણા ઉપયોગી થઈ પડે છે, અને તેથી જ તે ઘણા પૌષ્ટિક ગણાય છે. બદામ, પીસ્તા, મગફળી, દાળ, કઠોળ, દૂધ, ઈંડાં અને માંસ વગેરેમાં આવા કોષદ પદાર્થો સારા અંશમાં મળી આવે છે તેથી તેવો ખોરાકને પુષ્ટિ આપનાર ગણાય છે. તેમનામાં બીજી એક ખૂબી છે કે શરીર બાંધવા ઉપરાંત કેટલેક અંશે ગરમી-ઉષ્મા અને કામ કરવાની શક્તિ આપે છે. ઘી, તેલ અને માખણ એ ચરબીવાળા પદાર્થોનો એક જુદો વર્ગ છે; તેમનાથી શરીરમાં ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે પરંતુ તેમાં નાઈટ્રોજનનો ભાગ નહિ હોવાથી છૂટી ચરબી સિવાય શરીરમાં કંઈ નવું બંધારણ થઈ શકતું નથી.

સાકર, ખાંડ, અને ગોળ, એ પદાર્થો પણ નાઈટ્રોજન વગરના હોવાથી તેમનો મુખ્ય ઉપયોગ શરીરને ગરમી આપવામાં થાય છે. તે પાણીમાં જલદી ઓગળી શકતા હોવાથી શરીર થાકેલું હોય તે વખતે ખાસ ઉપયોગી થઈ પડે છે. તેમને અંગ્રેજીમાં "કાર્બોહાઈડ્રેટ્સ" કહેવામાં આવે છે.

કઠોળ સિવાયના બીજા અનાજમાં આવા કાર્બોહાઈડ્રેટ ઉપરાંત કોષદ પદાર્થો પણ ભેગા હોય છે. ઘઉં, બાજરી, ચોખા, મકાઈ અને એવા અનાજમાં આવા સ્ટાર્ચવાળા પદાર્થો ઉપરાંત નાઈટ્રોજનવાળા કોષદ પદાર્થો હોય છે. ઘઉંના લોટને મલમલની એક નાની પોટલીમાં બાંધીને કાચના ગ્લાસમાં રાખીએ તો પાણીમાં બારીક સફેદ જેવો પદાર્થ નીકળી આવે છે; આ સફેદ ચીજને સૂકવી નાંખીએ

તે સ્ટાર્ચ-આર અને અને પોટલીમાં રહેલી વસ્તુ જેવી ચીકણી હોય છે તેમાં ગ્લુટન નામનો કોઈક પદાર્થ મુખ્ય હોય છે. આ પદાર્થને લીધે જ લોટની અને કણેકની ચીકાશ રહે છે.

ઉપરનાં તત્વો ઉપરાંત પાણી, લોહીના, તંતુઓના, અને સ્નાયુઓના બંધારણમાં ઉપયોગી થઇ પડે છે. વળી મીઠા જેવા ક્ષારો અને ખનીજ પદાર્થો શરીરનાં હાડકાં અને [illegible] તંતુઓના બંધારણમાં ઉપયોગી હોય છે. ઘણું કરીને આ ખનીજ ક્ષારો ફૂલ અને વનસ્પતિમાંથી મળી આવે છે.

આ ઉપરાંત ખોરાકમાં "વીટામીન" નામના એક તત્વની શોધ થઇ છે. તે ઘણા સૂક્ષ્મ રૂપમાં અને થોડા પ્રમાણમાં [illegible] શરીરની જીવનશક્તિ અજબ રીતે વધારી શકે છે. [illegible] વાળાં દૂધ અને શાક, પાલખ [illegible] ઉપરની છાલમાં, [illegible] માછલી વગેરે પદાર્થોમાં આ [illegible] નજરે [illegible] વાપરવા લાગ-વાથી આ તત્વનો [illegible], સંભાળ રાખવી પડે છે.

આ બધા પદાર્થોનું નીચે પ્રમાણે વર્ગીકરણ થઈ શકે:—

ખોરાક

- શરીર બાંધનાર. તંતુપોષક.
  - પ્રોટીડ-કોષદ પદાર્થો વિટામીન
  - ખનીજ પદાર્થો ક્ષારો મીઠું
  - પાણી
- શરીરને કામ કરવાની શક્તિ આપનાર અને શરીરની ઉષ્મા સાચવનાર
  - ચરબીવાળા પદાર્થો: માખણ, ઘી, તેલ
  - કાર્બોહાઇડ્રેટ: ખાંડ, સ્ટાર્ચ, ચોખા, મેંદો
  - પ્રોટીડ—કોષદ પદાર્થો: બદામ, પીસ્તાં, મગફળી વગેરે વગેરે.

૪ ખોરાકનું પાચન—જેવી રીતે કાર્બોહાઇડ્રેટ કોષદ, અને ચરબીવાળા પદાર્થોના સમૂહો રસાયણિક રીતે ભિન્ન છે, તેવી રીતે શરીરની અંદર તેમની ઉપર થતી રસાયણિક ક્રિયા—ખાસ કરીને પાચનક્રિયા ભિન્ન પ્રકારની હોય છે. આપણું શરીર તે એક મોટું રસાયણિક કારખાનું છે. તેમાં કેટલીએક રસાયણિક ક્રિયા પછી ખોરાકનું લોહી બને છે: અને આ રક્ત મારફત, કામ કરવાથી ઘસાઈ ગએલા શરીરના અવયવોને પુષ્ટિ મળે છે. રક્તનો અને શરીરનો મોટો ભાગ પાણીનો છે. આપણા શરીરના કુલ વજનનો ૭૦ ટકા જેટલો ભાગ પાણીનો છે; અને શરીરના અવયવો, અંદરની ઇંદ્રિયો, તંતુઓ (tissues) અને કોષો હંમેશ પાણીથી ભરપૂર રહે છે. ખોરાકનાં સત્ત્વો લોહી મારફત

આ તંતુઓ અને કોષોને પહોંચે છે. શરીરના કોઇપણ ભાગને પોષણ મોકલવું હોય તો ખોરાકને પહેલાં પાણી સાથે એક રસ કરવો જોઇએ—ખોરાકનું પાણીમાં દ્રવણ કરવું જોઇએ. આથીજ પ્રવાહી ખોરાક—પાણીવાળો ખોરાક જેવો કે દાળનું પાણી, દૂધ, રાબડી વગેરે જલદીથી પચી શકે છે. દરેક પ્રકારના ખોરાકને પ્રવાહી રૂપમાં લાવવા માટે શરીરમાં સારી ગોઠવણ છે. પહેલાં તો નક્કર પદાર્થને ચાવીને બારીક કરવાને માટે મોંમાં દાંત આપેલા છે; તેની સાથે જ મોંમાંથી લાળ જેવો એક રસ નીકળે છે. આ રસમાં 'ટાયલીન' નામનું એક સત્ત્વ રહે છે. તેનાથી ઘઉં, ચોખા, મકાઇ એવા અનાજનો સ્ટાર્ચ [મેંદા]વાળો ભાગ ઓગળીને સાકર જેવો મીઠાશવાળો બને છે. તેથી ખોરાક ચાવીને ખાવાથી તેની મીઠાશ વધે છે, અને જલદી પચે છે.

સ્ટાર્ચ [મેંદા]વાળા પદાર્થોનું પાચન મોંમાંથી જ શરૂ થાય છે. ઉપર કહેલા ટાયલીન રસનું કાર્ય ખોરાક મોંમાંથી જઠરમાં જાય ત્યાં સુધી ચાલુ રહે છે. જઠરમાં થોડીવાર રહ્યા પછી ત્યાંના આમ્લ રસોને લીધે આ ટાયલીન રસ નકામો થાય છે; પરંતુ જઠરની બહાર ગયા પછી નાનાં આંતરડાંમાં એમીલોપ્સીન નામના રસની મદદથી મેંદા જેવા પદાર્થોમાંથી મીઠાશવાળા દ્રાવ્ય પદાર્થો બને છે. આ નવા પદાર્થોમાં ખાંડના ગુણ હોવાથી અને પાણીમાં સંપૂર્ણ રીતે ઓગળી શકતા હોવાથી સહેલાઇથી લોહીના ભેગા જઇ શકે છે.

તેલ અને ઘી જેવા ચિકટ પદાર્થો ઉપર મોંમાં કે જઠરમાં કંઇ ખાસ ફેરફાર થતો નથી. ફક્ત જઠરની અંદરની ધીમી ધીમી ગતિથી તેમનો એક રસ બને છે. જઠરની બહાર નીકળતાં જ આંતરડાના શરૂઆતના ભાગમાં "પેન-

ક્રીઆસ" નામની ગ્રંથીમાંથી પેનક્રીઆટીક રસથી અને ત્યાં જ ભેગા થવાં પિત્તાશયમાંથી નીકળતા પિત્તના રસથી થોડા ફેરફાર થાય છે, અને પછી આંતરડામાં તે સઘળાનું સંપૂર્ણ મિશ્રણ (ઈમલ્શન) થાય છે અને તે રૂપમાં પાચન થાય છે. (સ્કોટના ઇમલ્શન) એ હવાથી ઇમલ્શન શબ્દ ઘણાને જાણીતો હશે; તેમાં ચિકટ પદાર્થો એવા બારીક રૂપમાં હોય છે કે તે પાણી સાથે એકરસ લગભગ ઓળગી ગએલા જેવા લાગે છે. કૉડલીવર ઑઇલ ચાહની સાથે ઘોળીને આપવામાં આવું ઇમલ્શન થાય છે; દૂધની અંદર પણ ઘીનાં બારીક રજકણો આવા ઇમલ્શનના રૂપમાં રહે છે. આવા રૂપમાં ચરબીવાળો ખોરાક આંતરડામાં પાચન થાય છે; ત્યાંથી બારીક નલિકાઓ વાટે લોહીમાં દાખલ થઈ શકે છે; અને લોહી મારફત શરીરના જુદા જુદા અવયવોમાં તેમનો સંચય થાય છે. આ સંચિત થએલી ચરબી શરીરના સ્નાયુ, તંતુઓ કે લોહીના કાયમના બંધારણમાં ઉપયોગી થતી નથી. પરંતુ કસરત અથવા કામ કરતી વખતે તે વપરાય છે, અને તેમાંથી શરીરને જોઈતી ગરમી અને કામ કરવાની શક્તિ પ્રાપ્ત થાય છે.

હવે ત્રીજા પ્રકારના ખોરાકની પાચનક્રિયા તપાસીએ. કોષધ પદાર્થોને મોંમાં ચાવવાથી ફક્ત તેના બારીક કણો થાય છે. બીજો કંઈ રસાયણિક ફેરફાર થતો નથી. પેટમાં—જઠરમાં ગયા પછી જઠર હાલતું રહે છે, અને તેથી ખોરાકનું સંપૂર્ણ મિશ્રણ થાય છે; અને તેમાંથી ઝરતા ખાટા રસો અને પેપ્સીન નામના તત્ત્વોથી કોષધ પદાર્થો ઓગળી—દ્રવી જાય છે અને દૂધ જેવો રસ તૈયાર થાય છે, આ રસ દ્રવણ આંતરડામાં જતાંજ લોહી સાથે મળીને શરીરને પોષણ

આપવાને તૈયાર રહે છે. આથી કોષદ પદાર્થોનો ખોરાક ખાધા પછી સુસ્તીને બદલે જાગ્રતિ આવે છે એમ કહેવાય છે. પણ આ જાગ્રતિ કાયમની નથી હોતી. થોડીવાર પછી શરીરમાં મંદતા દેખાય છે. તેથી કેવળ કોષદ–માંસદ–ખોરાક ખાનારાને દારૂ જેવા માદક અને ઉત્તેજક પદાર્થની વધારે જરૂર પડે છે.

કોષદ પદાર્થોનું પાચન ઘણું ખરૂં જઠરમાં જ પુરૂં થાય છે; આ પાચન પુરૂં ન થાય એટલે ખોરાકનો એક રસ ન થાય ત્યાં સુધી ખોરાક જઠરની બહાર જઈ શકતો નથી. હલકો ખોરાક એક બે કલાકમાં પેટની બહાર નીકળીને આંતરડામાં જઈ શકે છે; પરંતુ ભારે ખોરાકને ચાર પાંચ કલાક લાગે છે. જઠરમાં ખાટા રસો વધારે નીકળે છે, અને આંતરડામાં ખારા ઉસ જેવા રસો નીકળે છે; તેથી બંને જગાએ પાચનક્રિયા જુદા પ્રકારની હોય છે, અને તે કારણથી એક જ પ્રકારનો ખોરાક લેવાને બદલે કોષદ પદાર્થો અને સ્ટાર્ચ–મેદવાળા પદાર્થોનું બંનેનું મિશ્રણ લેવાય તો બંનેનું પાચન સરલ થાય છે. સ્ટાર્ચવાળા પદાર્થોનું પાચન મોંમાંથી જ ટાયલીન નામના તત્ત્વની મદદથી શરૂ થાય છે, જઠરમાં કોષદ પદાર્થો ન હોય તો આ ટાયલીનનો ત્યાંના ખાટા રસોથી નાશ થઈ જાય, અને સ્ટાર્ચવાળા પદાર્થોનું પાચન અટકી પડે. વળી આંતરડામાં કોષદ પદાર્થો એકલા હોય તો તે ત્યાં સડે છે અને તેમાંથી દુર્ગંધમય વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, પણ તેમની સાથે સ્ટાર્ચવાળા પદાર્થો હોય છે તો બંનેની પાચનક્રિયા સહેલી થાય છે. આવાં કારણોથી એકલો કોષદ પદાર્થોનો ખોરાક અને એકલો સ્ટાર્ચવાળો ખોરાક ખાવા કરતાં બંનેનું મિશ્રણ

વધારે ઇષ્ટ છે. એથી જ દાળભાત, ખીચડી, સેવમમરા, પુલાવ વગેરે ખોરાકની યોજના સારી ગણાય છે. માંસાહારી પ્રજાઓમાં પણ પહેલાં માંસ ખાવાનો અને છેવટે મીઠાશવાળી વસ્તુ ખાવાનો રિવાજ પણ આવાં કારણોથી નિર્ણીત થએલો હશે.

૫ ખોરાકની પોષક શક્તિઃ—ખોરાક કેવી રીતે પાચન થાય છે તે જોયા પછી, ખોરાકમાંથી કેટલું પોષણ મળે છે તે કેવી રીતે માપી શકાય છે તે જોઇએ. સાધારણ રીતે મોંઘી ચીજો સારી વધારે પુષ્ટિકારક એમ કહેવાય છે. પરંતુ વાસ્તવિક રીતે એ તદન ખરું નથી. ઘણીએ મોંઘી ચીજોનો સ્વાદ સારો હોવા છતાં તેમની પોષક શક્તિ ઘણી જ ઓછી હોય છે. મોંઘાં શાક અને ફળ કરતાં અનાજમાંથી વધારે પોષણ મળે છે; શાકમાં અને ફળમાં પણ વત્તીઓછી પોષક શક્તિ જોવામાં આવે છે. નારંગી કે સફરજન કરતાં કેળાં વધારે પુષ્ટિકારક ગણાય છે. થુલા-વાળા ઘઉંના લોટ કરતાં મેંદો મોંઘો હોવા છતાં પણ તેમાં વધારે પોષક તત્ત્વો હોતાં નથી; ઉલટું મેંદો પચવામાં ભારે રહે છે એ તો સાધારણ અનુભવની વાત છે. તેવી જ રીતે ઘઉં કરતાં સારા ચોખા મોંઘા હોવા છતાં પ્રમાણમાં વધારે પુષ્ટિકારક હોતા નથી. ખોરાકની વાસ્તવિક કીંમત અને ઉપયોગ તપાસવામાં અનેક દૃષ્ટિએ જોવું પડે છે. રસાયણિક રીતે જોતાં ખોરાકમાં મુખ્ય પોષક તત્ત્વોનું કેટલું પ્રમાણ છે તે જોવાય છે. ભૌતિક વિદ્યાની દૃષ્ટિએ ખોરાકના અમુક વજનમાંથી કેટલી ઉષ્મા શક્તિ મળી શકે છે તે જોવાય છે. શરીરવ્યાપારશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ જોવાનું કે ખોરાકનું પાચન કેવી રીતે ને ક્યા પ્રમાણમાં

થાય છે અને કેટલો ભાગ પચ્યા વિના નીકળી જાય છે. આર્થિક દૃષ્ટિએ જોવાનું કે પાકશાસ્ત્રની કળા અને જીભના સ્વાદને માટે ખોરાકનો નકામો ગણાતો ભાગ નાંખી દીધા પછી ખોરાકની વાસ્તવિક કીંમત મોંઘી પડે છે કે કેમ? આ બધી રીતે તપાસ કરવાનો આજે વખત નહિ મળે, પરંતુ તેમાંથી મુખ્ય બાબતોનું વિવેચન કરીશું.

૬ ઉષ્માશક્તિનું માપ—કેલોરી—ખોરાકની સરખામણી કરવામાં તેમાંથી ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા માપવાનું કામ જરૂરનું છે. તે સમજવા માટે આપણે શરીર અને ભઠ્ઠીની ઉપમા ફરીથી તપાસીએ. ભઠ્ઠીમાં જેમ બળતણ બાળવાથી કાર્બોનિક-ગૅસ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, તેવી રીતે આપણા શરીરમાં ખોરાકનું ભસ્મીકરણ થવાથી-બળવાથી તે જ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. અને આપણા શ્વાસની સાથે શરીરની બહાર નીકળે છે તેથી એમ અનુમાન થઈ શકે કે બંનેની રસાયણિક ક્રિયા સરવાળે સરખી હોવી જોઇએ. અને જેવી રીતે કોલસા, લાકડાં, અથવા બીજા બળતણની ગરમી આપવાની શક્તિ-ઉષ્મા શક્તિ-મપાય છે તેવી જ રીતે ખોરાકની ગરમી આપવાની શક્તિ માપી શકાય. ખોરાકની વસ્તુના અમુક વજનને હવામાં કે શુદ્ધ પ્રાણવાયુ (ઑક્સિજન)માં બળવા દેવાથી અને તેમાંથી ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા-ગરમીને પાણીમાં શોષાવી દેવાથી આ ગરમીનું માપ થઈ શકે છે. તેવી જ રીતે એક માણસને પણ પુરતી સગવડવાળા મોટા ગંજાવર વાસણમાં રાખીને તેમાં ખાવાનું, પીવાનું, વાંચવાનું, સૂવાનું, બીજું બધું રોજનું કામ કરવા દઇને તેમાંથી ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માને માપી શકાય છે. આ પ્રમાણે તપાસ કરતાં જે પરિણામ મળે છે તેને "કેલોરી"

નામના એકમથી વર્ણવવામાં આવે છે. આ કેલોરી શું છે તે સ્પષ્ટ રીતે સમજવાની ખાસ જરૂર છે, કારણ કે તે શબ્દ આપણે હવે પછી ઘણીવાર વાપરવો પડશે.

"કેલોરી" એટલે ઉષ્માશક્તિ માપવાનો એકમ. જેવી રીતે વજનના એકમ તરીકે અંગ્રેજીમાં 'રતલ' અને 'ગ્રામ' વપરાય છે, આપણા દેશમાં શેર અને તોલો વપરાય છે, અને જેવી રીતે અંતર માપવામાં તસુ, ઇંચ, ફુટ, ગજ, વાર વગેરે એકમ તરીકે વપરાય છે, અને જેમ ઉષ્મા માપવામાં શતાંશ (ડીગ્રી ફ્રાહરન હાઇટ કે સેંટીગ્રેડ) વપરાય છે, તેવી જ રીતે ઉષ્માશક્તિ માપવા માટે આ કેલોરી નામનો એકમ વપરાય છે. એક રતલ વજનને એક ફુટ જેટલું ઉચું લઇ જવાને એક ફુટ–પૌંડ જેટલી શક્તિ જોઇએ; સો રતલ વજનવાળા માણસને ૧૫ ફુટ ઉંચા પૂલ ઉપર ચઢવાને પંદરસો ફુટ પૌંડ જેટલી કાર્યશક્તિ જોઇએ. એક રતલ પાણીને ચાર ડીગ્રી (ફ્રાહરન હાઇટ) જેટલું ગરમ કરવાને એક કેલોરી જેટલી ઉષ્માશક્તિ જોઇએ. આપણા નહાવાના પાણીનો દાખલો લઇએ. એક રતલ પાણીને આપણા શરીરના જેટલા ઉષ્મામાને–એટલે લગભગ ૧૦૦ ડીગ્રી જેટલું ગરમ કરવું હોય તો લગભગ ૨૫ કેલોરી જેટલી ઉષ્માશક્તિની જરૂર પડે. અને નહાવામાં આવા ૪૦ રતલ પાણીની જરૂર પડે તો ૧૦૦૦ કેલોરી જેટલી ઉષ્માશક્તિ વપરાય છે. જુદી જુદી જાતના કાર્યમાંથી કેટલી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે તે માપવાને "કેલોરી" કેવી રીતે ઉપયોગી થાય છે તે હવે સમજાયું હશે.

૭. શરીરનું રોજનું કામઃ–આપણા શરીરમાં રોજ કેટલી ઉષ્માશક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે અને તેટલી ઉષ્માશક્તિ

ઉત્પન્ન કરવાને કેટલો અને કેવો ખોરાક જોઇએ તે સંબંધી વિવેચન કરવાં પહેલાં ઉષ્માશક્તિ અને કાર્યશક્તિનો સંબંધ શો છે તે જોવું પડશે. એક રતલ પાણીને એક ડીગ્રી ફા. જેટલું ગરમ કરવાને જેટલી શક્તિ જોઇએ છે તેટલી જ શક્તિથી એક રતલ ભારને ૭૭૨ ફુટ જેટલી ઉંચાઇએ લઈ જઈ શકાય, અને ચાર ડીગ્રી ફા. જેટલું ગરમ કરવાને એક રતલ પાણીને માટે જોઇતી એક કેલોરી જેટલી ઉષ્માશક્તિમાંથી એક રતલ ભારને ૩૦૮૮ ફુટ જેટલી ઉંચાઈએ લઇ શકાય. એટલે એક કેલોરી=૩૦૮૮ ફુટ પૌંડ. સાધારણ મનુષ્ય ફક્ત ખપ જેટલીજ મહેનત કરે, તો તેના શરીરમાંથી રોજ લગભગ ૨૭૦૦ કેલોરી જેટલી ઉષ્માશક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે. આટલી શક્તિ જો યાંત્રિક રીતે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે તો તેમાંથી કેટલું બધું કામ થઈ શકે તેનો આપણને સહેલાઈથી ખ્યાલ આવે તેમ નથી. કારણ કે તે શક્તિથી ૮૩ લાખ રતલ જેટલો બોજો એક ફુટ જેટલો ઉંચો ઉપાડી શકાય છે. અથવા તો બે ટન જેટલો બોજો ૧૮૦૦ ફુટ જેટલી ઉંચાઇએ લઈ શકાય છે. એટલે કે હર-રોજ માણસના શરીરની ભઠ્ઠીમાં એટલું બધું કામ થાય છે અને એટલી બધી શક્તિનો વ્યય થાય છે કે તે શક્તિથી બે ટન એટલે ૫૬ બંગાળી મણ જેટલો બોજો માથેરાન કે ખંડાળાની ટેકરી જેટલી ઉંચાઇએ લઈ જઇ શકાય.

આટલું બધું કામ શા માટે કરવું પડતું હશે? અને તેથી શરીરનો શો લાભ થતો હશે? એ પ્રશ્નો તમારા મનમાં ઉભા થયા હશે. એવી ગણત્રી કરવામાં આવી છે કે શરીરની પ્રવૃત્તિમાં આટલી બધી કાર્યશક્તિનો ઉપયોગ ઘણોખરો શરીરની ગરમી ૯૮. ૪ ડીગ્રી જેટલી

સ્થિર રાખવામાં જાય છે. જીવંત પ્રાણી અને અચેતન પદાર્થમાં એક મુખ્ય ભેદ તેમની ગરમીનો છે. આ ભેદ સાચવવાને માટે, શરીરની ગરમી અમુક ઠેકાણે સ્થિર રાખવામાં એકંદર શક્તિનો લગભગ ૮ ટકા જેટલો ભાગ વપરાય છે; ૮ ટકા જેટલો ભાગ શરીરની ઇંદ્રિયો અને તેમના વ્યવહારમાં, પાચનક્રિયામાં, શ્વસનક્રિયામાં, રક્તપ્રસરણ ક્રિયા વગેરેમાં વપરાય છે. ફક્ત ૯ ટકા જેટલો જ ભાગ બહારનાં કામ માટે એટલે કે હરવા ફરવામાં, મજુરી કે કસરત કરવામાં વપરાય છે. આથી એટલું સિદ્ધ થાય છે કે માણસને હરવું ફરવું ન હોય અને ફક્ત સૂઈ રહેવું હોય તો પણ તેના શરીરની ગરમી એક સરખી જાળવી રાખવાને માટે ખોરાકની જરૂર પડે છે; ખોરાક ન મળે તો શરીરના અવયવો હોમાય છે—શરીર ના માંસલ અને ચીકટ પદાર્થો ખરચાય છે અને ધીમે ધીમે શરીર સુકાતું જાય છે. માટે બહારનું કામ કરવું ન હોય તોપણ શરીરના દરેક અવયવને પોષણ મળે, ઘસાતું અટકે, તેનું નિત્યકાર્ય સારી રીતે થઇ શકે, અને શરીરની વાસ્તવિક ઉષ્મા જાળવી શકાય, તેને માટે ખોરાકની જરૂર છે.

૮ રોજનો ખોરાક કેટલો હોવો જોઇએ ?:—ખોરાક ખાવો તે પ્રશ્નનો સૌથી સરસ ઉત્તર એ છે કે ભૂખ હોય તેટલું ખાવું. પરંતુ તે ઉત્તર વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિએ વાસ્તવિક ન કહેવાય. ઓછામાં ઓછું કેટલું ખાવાથી શરીરનો નિર્વાહ થઈ શકે છે—અને શરીર સારી રીતે પોતાનું કાર્ય કરી શકે તેમ માટે કેટલો અને કેવા પ્રકારનો ખોરાક આપવો જોઇએ એ પ્રશ્ન ઘણી રીતે અગત્યનો છે. લશ્કરી માણસોને માટે આ સંબંધી ખાસ પ્રયોગો કરીને નિર્ણય કરવામાં આવ્યો છે.

માંદગી અને નબળા માણસોની માવજતના સંબંધમાં પણ આ પ્રશ્ન અગત્યનો છે; અને તે ઉપરાંત સાધારણ માણસને પણ આ સંબંધી બધું જાણવાની જરૂર છે. ખાસ કરીને મોંઘવારીના વખતમાં આ સંબંધી બરાબર તપાસ કરવાથી મહેનત, વખત અને પૈસાનો બચાવ થઈ શકે છે. ખોરાકનું અમુક વજન જોઈએ એ નક્કી થયા પછી કઈ જાતનો કેટલો ખોરાક જોઈએ, અને તેમાંથી કેટલું પૌષ્ટિક તત્ત્વ મળી શકે છે. તે જાણ્યા પછી આપણો રોજનો ખોરાક નક્કી કરવામાં આવે તો આપણા જીવનનો એક મોટો અગત્યનો સવાલ ઉકેલી શકાય. આ વિષય સબંધી યુરોપ અને અમેરિકા વગેરે દેશોમાં નિશાળો અને કૉલેજોમાં સારૂં જ્ઞાન અપાય છે; ખાસ કરીને સ્ત્રી કેળવણીની સંસ્થાઓમાં આ સંબંધી વત્તો ભાર મૂકાય છે. આપણા દેશોમ આ પ્રશ્ન સ્ત્રીઓના હાથે જ ઉકેલાવો જોઈએ. તેમના રોજના વ્યવહારમાં, કયો ખોરાક કેટલો પુષ્ટિકારક અને કેટલી ઉષ્માશક્તિ આપે તેવો છે અને દરેક માણસને કેટલો ખોરાક આપવો જ જોઈએ, તે સંબંધનું જ્ઞાન ઘણું જ ઉપયોગી છે.

માણસને કેટલો ખોરાક જોઈએ તે સંબંધમાં ઘણું અન્વેષણ થએલું છે. સાધારણ રીતે આપણે જાણીએ છીએ કે ઠંડીના દિવસમાં શરીરની ગરમી સાચવવાને માટે, વધારે ખોરાક લેવાય છે; ઉનાળામાં વધારે ખોરાકની જરૂર નહિ હોવાથી ઓછો જ ખોરાક લેવાય છે, તેવી જ રીતે ગરમ દેશમાં ઠંડા દેશ કરતાં ઓછો ખોરાક ખાવો જોઈએ—ઓછા ખોરાકની જરૂર પડે છે. ઇંગ્લાંડમાં ત્યાંના હવામાનને લીધે ૩૪૦૦ કેલોરી જેટલી ઉષ્માશક્તિ ઉત્પન્ન થાય તેટલે

ખોરાક લેવો જોઇએ, એવો નિર્ણય કરવામાં આવ્યો છે. પરંતુ ગુજરાતના હવામાનને માટે ૨૭૦૦ કેલોરી ઉત્પન્ન થાય તેના કરતાં વધારે ખોરાક લેવાની જરૂર નથી. માણસનું વજન વધારે ઓછું હોય, અને મહેનત, મજુરી વધારે ઓછી કરવાની હોય તો ખોરાકનું પ્રમાણ વધારે ઓછું કરવું જોઇએ. વળી પુરુષ કરતાં સ્ત્રીઓ લગભગ વીસ ટકા જેટલા ઓછા ખોરાકથી તેટલું જ કામ કરી શકે છે–શરીર ટકાવી શકે છે. પરંતુ બાળકોને–ખાસ કરીને મોટાં થતાં બાળકોને દોડવા કૂદવા માટે અને શરીરની વૃદ્ધિને માટે વધારે ખોરાકની જરૂર છે. આ અપવાદો બાદ કરતાં માણસના વજનના પ્રમાણમાં કેટલા કેલોરી ઉત્પન્ન થાય તેટલો ખોરાક લેવો જોઇએ તે નીચે જણાવ્યો છે,

						કેલોરી
પથારીમાં સૂઇ રહે તો શરીરના એક રતલ વજન દીઠ						૧૫
ઘરમાં રહે તો	”	”	”	”	”	૧૬–૧૭
થોડી કસરત લે તો	”	”	”	”	”	૧૭–૨૦
સાધારણ કસરત લે તો	”	”	”	”	”	૨૦–૨૨
ખૂબ મહેનત કરે તો	”	”	”	”	”	૨૪–૩૦

આ પ્રમાણે ગણત્રી કરવાથી ૧૧૦ રતલ વજનવાળા માણસને માટે સાધારણ રખડપટ્ટીવાળા ધંધામાં લગભગ ૩૪૦૦ કેલોરી ઉત્પન્ન થાય તેટલો ખોરાક જોઇએ અને ૧૨૦ રતલ વજનના માણસને લગભગ ૩૭૦૦ કેલોરી ઉત્પન્ન થાય તેના કરતાં વધારે ખોરાકની જરૂર રહેતી નથી. માણસને એક મોટા કેલોરીમાપક યંત્રમાં મૂકીને તેના શરીરમાંથી નીકળતી ઉષ્મા માપવાથી પણ લગભગ આટલી ઉષ્માશક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે, એવું નક્કી થયું છે. વળી માણસોનો

સાધારણ ખોરાક માપી જોવાથી પણ લગભગ આવી જ જાતનું પરિણામ સિદ્ધ થાય છે.

૯. ખોરાકના મુખ્ય તત્ત્વો કયા પ્રમાણમાં હોવા જોઇએ?–મનુષ્યના રોજના કામને માટે કેટલી ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય તેટલો ખોરાક લેવો જોઇએ તે આપણે જોયું. હવે આ ખોરાક કઈ જાતનો–કેટલો કોષદ, ચિક્કટ અને મેદાવાળા પદાર્થો કયા પ્રમાણમાં હોવા જોઇએ, તે જાણવું જોઇએ.

ખોરાકના આ મુખ્ય ત્રણ વર્ગો માટે આપણે પહેલાં થોડુંએક વિવેચન કર્યું હતું. શરીરમાં આ ત્રણે જાતના ખોરાક ભસ્મ થવાથી ઉત્પન્ન થતી ગરમી માપી શકાય છે. આ પદાર્થોને બહાર હવામાં બાળવાથી તેમનું સંપૂર્ણ ભસ્મીકરણ થઈ શકે છે; પરંતુ શરીરમાં ભસ્મીકરણ પુરૂં થઈ શકતું નથી, અને પાચન થએલા ભાગ જેટલું જ ભસ્મીકરણ થઈ શકે છે; ખાસ કરીને કોષદ પદાર્થોનો ઘણો ખરો ભાગ વહેલો મોડો પાચન થઈ શકે છે અને તેમાંથી મળી આવતી ગરમી (ઉષ્મા) વધારે પ્રમાણમાં હોય છે. શરીરની પાચનક્રિયાની આ ખાસ સ્થિતિની ગણત્રી કરીને એવો નિર્ણય કરવામાં આવ્યો છે કે ખોરાકના મુખ્ય પ્રકારની વસ્તુઓ શરીરમાં પાચન થવાથી નીચે જણાવેલા કેલોરી જેટલી ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છેઃ—

	એક ગ્રામ જેટલા વજનમાંથી.	એક તોલા જેટલા વજનમાંથી.
કોષદ પદાર્થો	૪. ૧	૪૭. ૫
મેદાવાળા પદાર્થો	૪. ૧	૪૭. ૫
ઘી ચરબી.	૯. ૩	૧૦૭. ૮

ખોરાકની બધી વસ્તુઓનું પૃથક્કરણ થએલું છે અને હરેક ખોરાકમાં કોષદ (પ્રોટીડ), મેદાવાળા (કાર્બો હાયડ્રેટ) અને ચરબીવાળા પદાર્થોનું કેટલું પ્રમાણ છે તેનો નિર્ણય થએલો છે. અમુક પદાર્થમાં આ તત્ત્વોનો કેટલો ભાગ છે તે જાણવામાં આવે તો ખોરાકની ઉષ્માશક્તિનો અને તેથી તેની પોષકશક્તિનો અંદાજ થઈ શકે. ઘીમાં લગભગ સો ટકા જેટલો "ચરબી"–મૂલ સ્નિગ્ધ તત્વનો ભાગ હોય છે તેથી એક તોલો ઘી ખાવાથી ૧૦૭ા કેલોરી જેટલી ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય તેટલું કામ થઇ શકે. ઘઉંમાં લગભગ ૭૦ ટકા જેટલી સ્ટાર્ચ અને ૧૧ ટકા કોષદ પદાર્થ હોય છે, તે પ્રમાણે એક તોલા ઘઉંમાંથી ૪૦ કેલોરી જેટલી ઉષ્માશક્તિ મળી શકે. ચોખામાં ૮૦ ટકા સ્ટાર્ચ અને ૭ ટકા કોષદ પદાર્થ હોય છે, તે હિસાબે એક તોલા ચોખામાંથી ૪૨ કેલોરી જેટલી ઉષ્માશક્તિ મળી શકે, અને ખાંડમાંથી હરેક તોલે ૪૭ા કેલોરી જેટલી ઉષ્માશક્તિ મળી શકે.

આ હરેક જાતનો ખોરાક કેટલો અને કેવા પ્રમાણમાં લેવો જોઇએ તે પણ એક મોટો પ્રશ્ન છે. આઇસલેંડના ઠંડા પ્રદેશના લોકો માછલીની ચરબી ઉપર જ મોટા ભાગે જીવે છે; કેટલીએક પ્રજાઓમાં ફક્ત ચોખા જેવા પદાર્થો ઉપર જ શરીરને નભાવી શકે છે. પરંતુ આપણે પહેલાં જોઈ ગયા તે પ્રમાણે શરીરને કોષદ, મેદાવાળા અને ચરબીવાળા એ ત્રણે પદાર્થોની જરૂર છે. માણસને ટેવ પડવાથી ગમે તેવી જાતનો ખોરાક ચાલી શકે છે; બળદ અને ઘોડા લગભગ એકલા ઘાસ ઉપર જીવી શકે છે, ક્લાઇવના મદ્રાસી સિપાઇઓ ચોખાના પાણી ઉપર જ રહીને અંગ્રેજ સિપાઇઓના જેટલી જ બહાદુરીથી લઢી શક્યા હતા.

ટ્રાન્સવાલના સત્યાગ્રહ વખતે મહાત્મા ગાંધીના સાથીઓને ફક્ત ડબલ રોટી અને ખાંડ મળતાં; ફક્ત શેકેલા ચણા ઉપર હીંદી લશ્કરને ઘણી વખત રહેવું પડેલું છે. હજુ પણ આસામના ચાહના બગીચાના કુલીઓ ફક્ત ચોખા અને મરચાંના આહાર ઉપર રહીને સારું અને સસ્તું કામ કરી શકે છે; પરંતુ તે થોડા વખતને જ માટે. કારણ કે વાસ્તવિક ખોરાક નહિ મળવાથી શરીર જલદીથી નબળું પડે છે, અને રોગ અને મૃત્યુને આધીન થાય છે. માટે ખોરાકના મુખ્ય વર્ગોમાંથી ત્રણે જાતનું સમતોલપણું જાળવવું એ ઇષ્ટ છે. ઘણા વૈજ્ઞાનિકોના મત પ્રમાણે ૧૦ ટકા કોષદ ૩૦ ચિક્કટ–ચરબીવાળા પદાર્થો, અને ૬૦ ટકા મેદાવાળા કાર્બોહાઇડ્રેટ પદાર્થો બસ થાય પરંતુ કેટલાએક વૈજ્ઞાનિકોનો મત વધારે પ્રમાણમાં કોષદ પદાર્થો લેવાની તરફેણમાં હોય છે, કારણ કે કોષદ પદાર્થો શરીર બાંધવામાં અને શરીરને ગરમી આપવામાં એ બંને કામમાં ઉપયોગી થાય છે. આની વિરૂદ્ધમાં એમ કહેવામાં આવે છે કે ગરમી મેળવવા માટે મેદા–સ્ટાર્ચવાળા પદાર્થો વાપરવા; કારણ કે શરીરમાં પચ્યા વગરના કોષદ પદાર્થો રહી જાય તો તે સડે છે–વિક્રિયા થાય છે, અને તેને શરીરમાંથી બહાર કાઢવાને માટે ખાસ મહેનત કરવી પડે છે. આ સંબંધી કેટલાએક ઇંદ્રિય વિજ્ઞાન શાસ્ત્રીઓ એવી ગણત્રી કરે છે કે જો યુરિક એસીડવાળી અથવા યુરિક એસીડ ઉત્પન્ન કરે તેવી વસ્તુઓનો ત્યાગ કરવામાં આવે, તો કોષદનું પ્રમાણ વધારવાથી નુકસાન કરતાં લાભ વધારે છે; અને તેઓ ૧૬ થી ૨૦ ગ્રેન સુધી જ યુરિક એસીડ ઉત્પન્ન કરે તેવા કોષદ પદાર્થો લેવાની ભલામણ કરે છે.

આ પ્રશ્નની સાથે માંસાહાર અને વનસ્પતિ આહારના મોટા પ્રશ્નનો સંબંધ છે. સાધારણ ગુજરાતી પ્રજા મોટા પ્રમાણમાં માંસાહારી નથી તેથી આ પ્રશ્ન અહીં ચર્ચવાની જરૂર નથી. બંને બાજુએ ઘણું લખાયું છે અને લખાય છે. ધર્મ અને હિંસાના વિચારો બાજુ મૂકીને શુદ્ધ વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ એટલું સિદ્ધ થયું છે કે માંસાહારી પ્રજાઓમાં યુરિક એસીડથી થતા રોગો વધારે પ્રમાણમાં હોય છે; પણ તે પ્રમાણે તો યુરિક એસીડ ઉત્પન્ન કરનારા આપણા કેટલાએક કઠોળો, તુવેર, ચણા, અડદનો પણ ત્યાગ કરવો જોઇએ. બીજું એમ પણ નક્કી થયું ગણાય છે કે, કેવળ ફળાહાર કરતાં અથવા કેવળ પ્રાણિજ વસ્તુઓ ઉપર રહેવા કરતાં બંને જાતની વસ્તુઓનો મિશ્રખોરાક વધારે પસંદ કરવા જેવો છે. દૂધ, દહીં, મલાઇ, શીખંડ, બાસુદી, ઘી, માખણ, માવો, એ વસ્તુઓ પ્રાણીજ પદાર્થોના વર્ગમાં આવે છે, અને તેમની અગત્ય જુનામાં જુના હિંદુ શાસ્ત્રોમાં અને રૂઢિમાં અનેક રીતે સ્વીકારાએલી છે.

૧૦ રોજના ખોરાકના કોષ્ટકના નમુના—મનુષ્યનો ખોરાક કેવો અને કેટલો હોવો જોઇએ—મનુષ્યનું વજન અને તેના રોજના કાર્યક્રમ સાથેનો સંબંધ—ખોરાકના મુખ્ય વર્ગોનું પ્રમાણ એ સંબંધી સામાન્ય વિચારો આપણે તપાસી ગયા છીએ. હવે આ આપણો રોજનો ખોરાક કેવી રીતે અને કયા પ્રમાણમાં પસંદ કરવો એ પ્રશ્ન ઉકેલવામાં આ જ્ઞાન કેવી રીતે વાપરી શકાય તે જોઇએ.

આપણા રોજના ખોરાકની દરેક વસ્તુમાં ખોરાકના મુખ્ય વર્ગો કોષદ, સ્નિગ્ધ અને મેદાવાળા પદાર્થોનો શો અંશ રહે છે તે આ નીચે એક કોષ્ટકમાં આપવામાં

આવેલું છે. આ કોષ્ટક ખાસ હિંદુસ્તાનના અનાજની અને હિંદની વસ્તુઓનું પૃથક્કરણ કરીને કલકત્તાની પ્રયોગશાળાના મુખ્ય રસાયણિક રાવબહાદુર રસાયણાચાર્ય ચુનીલાલ બોઝ, પુસાના ડૉ. લેધર અને મુંબઇના ડૉ. ટર્નર એમણે બનાવેલાં કોષ્ટકો ઉપરથી તૈયાર કરવામાં આવ્યું છે. દરેક અનાજમાં સહેજ પાણી—ભિનાશનો ભાગ હોય છે તે પાણીનો ભાગ આ કોષ્ટકમાં જુદો દેખાડવામાં આવ્યો છે. રાંધવામાં વપરાતા પાણીની સાથે આને સંબંધ નથી, અને રાંધવામાં પાણી વપરાયું હોય તો તે આ ગણત્રીમાંથી જુદું રાખવું.

ખોરાકનું નામ	પાણી ટકા.	ચરબી ટકા.	પ્રોષદ ભાગ ટકા.	કાર્બોહાઇડ્રેટ ટકા.	ક્ષાર ટકા.	એક તોલામાંથી મળી શકતી કેલોરી
ઘઉંનો લોટ	૧૫.૦	૨.૦	૧૧.૦	૭૧.૨	૦.૮	૪૧.૨૦
,, ની રોટી	૧૭.૩	૩.૭	૯.૪	૬૯.૨	૦.૩	૪૧.૧૩
,, ડબલરોટી	૪૦.૦	૧.૫	૮.૦	૫૩.૧	૧.૩	૩૦.૬
ચોખા	૧૧.૦	.૯	૬.૭	૮૦.૧	.૭	૪૨.૦
દાળ	૧૧.૫	૨.૨	૨૩.૯	૫૬.૦	૭.૦	૪૦.૨
બાજરી	૧૧.૩	૩.૩	૧૦.૪	૭૧.૫	...	૪૨.૪
મકાઈ	૧૨.૫	૩.૬	૯.૫	૭૦.૭	...	૪૧.૯
જુવાર	૧૨.૦	૩.૦	૭.૧	૭૪.૪	૧.૬	૪૨.૦
જવ	૧૦.૧	૫.૨	૬.૪	૬૧.૫	૧.૯	૩૭.૮
ઘી	...	૧૦૦.૦	...	...	...	૧૦૭.૮
ખાંડ	...	...	...	૧૦૦	...	૪૭.૫
દૂધ—ગાયનું	૮૬.૯	૪.૩	૪.૦	૪.૮	.૬	૮.૭
દૂધ—ભેંસનું	૮૧.૪	૭.૫	૬.૧	૪.૧	.૮	૧૨.૯
દહીં	૯૦.૦	૩.૫	૪.૮	...	...	૬.૦
છાના બંગાળી માવો	૫૭.૫	૧૮.૭	૨૨.૩	.૪	૧.૬	૩૧.૦

બદામ	૬.૦	૫૪.૦	૨૪.૦	૧૦.૦	૩.૦	૭૪.૩
મગફળી	૮.૩	૪૪.૩	૨૪.૦	૧૭.૦	૧.૯	૬૭.૧
બટાટા	૭૪.૦	.૨	૨.૦	૨૧.૦	૧.૦	૧૧.૦
કેળાં	૭૬.૦	.૧	૧.૮	૧૪.૧	૧.૦	૭.૬
શકરીઆં	૭૪.૧	.૪	.૮	૨૩.૩	.૫	૧૨.૦
ભીંડા	૯૦.૪	૧.૧	૨.૦	૫.૬	.૮	૪.૭
કોળું	૯૩.૪	૧.૦	.૯	૩.૦	.૭	૩.૦
દુધી	૯૫.૮	૦.૯	.૫	૨.૦	૦.૨	૨.૦
ઇંડાં	૭૩.૫	૧૧.૬	૧૩.૫	—	૧.૪	૧૯.૦
માંસ	૭૫.૦	૪.૫	૨૦.૫	—	૧.૬	૧૩.૫
માછલી	૭૮.૦	૨.૯	૧૮.૧	—	૧.૦	૧૨.૦

માણસ ફક્ત એક જ વસ્તુ ખાઇને રહેવાનો વિચાર કરે તો તેણે નીચે પ્રમાણે વજન જેટલું દરરોજ ખાવું જોઇએ કે જેથી તેને ૨૭૦૦ કેલોરી જેટલી ઉષ્મા મળી શકે:-

એકલા ઘઉં — ૬૬ તોલા
એકલા ચોખા — ૬૫ તોલા
એકલી ખાંડ — ૫૭ તોલા
એકલું દુધ — ૨૭૦ તોલા
,, ઘી — ૨૬ તોલા

પરંતુ આપણો ખોરાક ભાગ્યે જ એક જ વસ્તુનો હોઈ શકે. ગુજરાતની પ્રજામાં સાધારણ રીતે દાળ, ભાત, રોટલી, શાક, એ મુખ્ય ખોરાકની વસ્તુઓ છે. એકંદર રીતે દેશનાં હવામાન જોતાં આ ખોરાક પ્રજાને માફક આવે તેવો છે; રસાયણિક દૃષ્ટિએ પણ તેમાં જોઇતાં બધાં તત્ત્વો છે, અને સાધારણ પાકશાસ્ત્રની ચતુરાઇથી તેમાંથી બધી રીતે સંતોષકારક ખોરાક મળી શકે તેમ છે. પરંતુ આ પ્રમાણે જોઇતો ખોરાક આવશ્યક પ્રમાણમાં લેવાય છે કે નહિ તે વિષે મને પોતાને

અને બીજા ઘણાઓને શંકા રહે છે. ગરીબ વર્ગોમાં ગરીબાઈને લીધે દરેક ખોરાકનું પ્રમાણ જળવાતું નથી; શ્રીમંત વર્ગોમાં અવ્યવસ્થાને લીધે ખોરાક પચવામાં ભારે થઈ પડવાથી પણ વાસ્તવિક પોષણ મળતું નથી; મધ્યમ વર્ગમાં કેટલીએક બેદરકારી અને અજ્ઞાનને લીધે ખોરાકના પુષ્ટિકારક ગુણોનો પુરો ઉપયોગ થતો નથી.

આપણા દેશની ગુજરાતની વસ્તુસ્થિતિ અને સાધારણ વર્ગના રીત રિવાજો જોતાં સાધારણ મનુષ્યને ૨૭૦૦ કેલોરી જેટલો ખોરાકની જરૂર છે તે ખોરાક કેવી રીતે મેળવી શકાય તે નીચેના એક કોષ્ટક ઉપરથી સમજાશે.

	વજન તોલા	ચરબીવાળા ભાગની કેલોરી	મેદાવાળા ભાગના કેલોરી	કેબ્યદ ભાગના કેલોરી	કુલ કેલોરી
ઘી	૫	૫૪૦	...	...	૫૪૦
દૂધ (ભેંસ)નું	૨૦	૧૬૩	૩૯	૫૮	૨૬૦
ખાંડ	૩	...	૧૪૨	...	૧૪૨
ઘઉં-લોટ	૨૦	૪૩	૬૭૫	૧૦૪	૮૨૨
ચોખા-સુકા	૧૫	૧૩	૫૭૦	૪૭	૬૩૦
દાળ ,,	૭	૧૪	૧૮૬	૮૦	૨૮૦
મસાલો આશરે				૨૬	૨૬
કુલ	૭૦	૭૭૩	૧૬૧૨	૩૧૫	૨૭૦૦
ટકા		૩૦	૬૦	૧૦	

આવી રીતે બીજા કોષ્ટકો તૈયાર કરી શકાય. ૧૨૦ રતલ કરતાં વધારે અથવા ઓછા વજનવાળા માણસને, વધતું ઓછું કામ કરવાથી વત્તા ઓછા ખોરાકની જરૂર પડે છે. તેનો નિર્ણય આવી ગણત્રીથી થઈ શકે છે. ઉપરની ગણત્રીમાં શાકનો હિસાબ ગણવામાં આવ્યો નથી. પરંતુ તે ગણવામાં આવે તો પણ તેમાંથી સાધારણ રીતે બહુ પોષણ મળતું નથી. તોલા દીઠ બે થી પાંચ કેલોરી ગણવામાં આવે છે.

જો કે શકરીઆ અથવા બટાટા જેવામાંથી તોલે ૧૧ થી ૧૨ કેલોરી જેટલી ઉષ્માશક્તિ મળી શકે. આવાં શાક હોય તો બીજો ખોરાક ઓછો જોઇએ. એ ચાલાક ગૃહિણીઓ તરતજ સમજી શકશે. તેવી જ રીતે કઠોળ અને શીંગવાળા શાકના પુષ્ટિકારક તત્ત્વોના લીધે ઘઊં અને ચોખા ઓછા પ્રમાણમાં હોય તો ચાલી શકે. આ બધું બરાબર સમજવામાં કંઈક અનુભવ અને કોષ્ટક આંકડાની સમજુતીની ખાસ જરૂર છે.

ઉપરનાં કોષ્ટક ઉપરથી એમ નથી સમજવાનું કે તેમાં દર્શાવેલા ખોરાક કરતાં વધારે ન લેવો. ઓછામાં ઓછો તેટલો ખોરાક તો લેવો જ જોઇએ અને તેટલો ખોરાક-લીધા સિવાય શરીરની વ્યવસ્થા અને આવક ખર્ચનું સમ-તોલપણું જળવાય નહિ એટલો જ આ કોષ્ટકનો અર્થ છે. પૈસાદાર વર્ગમાં આથી વધારે ખોરાક લેવાતો હશે; પરંતુ મધ્યમ વર્ગમાં આટલો ખોરાક વપરાતો નથી. અમદાવાદની સરકારી હોસ્પિતાલ માટે નક્કી કરેલા ખોરાકનું પ્રમાણ લગભગ ઉપરના જેટલું છેઃ—ઘી રાા તોલા; દૂધ ૨૦ તોલા; ઘઊંનો લોટ ૨૦ તોલા; ચોખા ૨૦ તોલા; દાળ ૧૫ તોલા; સાકર ૨ તોલા. આમાં દાળનો ભાગ વધારે છે, પણ ઘીનો ભાગ ઓછો છે. દરેક માણસ પોતાની જરૂરીઆત પ્રમાણે ખોરાક નક્કી કરી શકે; પરંતુ તેમ કરવામાં જોઈતી વૈજ્ઞા-નિક દૃષ્ટિ સ્વતંત્ર રીતે બનાવેલાં આ બે કોષ્ટકો ઉપરથી પ્રાપ્ત થાય છે.

૧૧ આજનો વિષય પુરો કરતાં પહેલાં રાંધવામાં થતી ભૌતિક અને રસાયણક્રિયા વિષે જરા વિવેચન કરવું જરૂરનું છે.

મનુષ્યની અતિ પ્રાચીન અને જંગલી અવસ્થામાં અગ્નિની શોધ થઈ નહતી; તેથી તે પોતાનો ખોરાક નૈસર્ગિક-કાચી હાલતમાં ખાતા. કોઈ વખતે બળેલા દવનાં જંગલોમાં અજાણતામાં બફાઇને પડેલાં કંદમૂળ મળી આવ્યાં હશે. તે ચાખીને રાંધવાની અચાનક શોધ થઈ હશે; તે ઉપરથી ખોરાકને અગ્નિમાં નાંખવાથી સ્વાદમાં અને પાચનમાં શો ફેરફાર થાય છે, તેનો પ્રત્યક્ષ અનુભવ થયો હશે. ત્યારપછી ધીમે ધીમે વાસણોની શોધ થઇ, પછી ખોરાક પકવવાનો અને રસોઇનો હુન્નર જામતો ગયો. આપણી હાલની રસોઈની પદ્ધતિ એ સેંકડો અથવા હજારો વર્ષોના એકઠા થએલા અનુભવનું પરિણામ છે. દેશ દેશની પ્રજાઓની પાચનકળા જુદી જુદી રીતે વિકસિત થએલી હોય છે. તે દરેક વિષે વિવેચન કરવાનો પ્રસંગ આજે નથી. આપણે તો ફક્ત ખોરાકના મુખ્ય રસાયણિક સમૂહો ચરબી, મેદા અને કોષદ પદાર્થોને લઇને તેમાં રાંધવાથી શો ફેરફાર થાય છે તે જોઇશું.

(૧) રાંધવાની બધી રીતમાં વરાળથી અથવા પાણીથી બાફવાનું કામ સાધારણ રીતે વધુ સામાન્ય હોય છે. બાફવાથી સાધારણ પદાર્થોની ઘટ્ટ અને કઠિન બાહ્યરચના સુંવાળી અને નરમ પડે છે. ખાસ કરીને અનાજ અને શાકમાં આ ઘટનાર જોવામાં આવે છે. તેનું કારણ એ છે, કે તેમનામાં રહેલો "સેલ્યુલોઝ" નામનો લાકડા જેવો કઠિન પદાર્થ વરાળના બાફથી નરમ થઇ જાય છે. તેને અક્કડ રાખનાર કોષની દિવાલો નરમ પડે છે અને કેટલીક વખતે તૂટી જાય છે. બટાટાની ઝીણી બારીક છબતરી બનાવીને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર નીચે મૂકવામાં આવે તો આ કોષની રચના

નરમ થએલી અને તૂટેલી સ્પષ્ટ દેખી શકાય છે. આ તૂટેલા કોપેાવાળો ખોરાક, મોંમાં જલદી ચવાઈ શકે છે, અને જઠરમાં જતાં જઠરના રસોની સાથે આવા ખોરાકનું સંમેલન અને પાચન જલદીથી થઇ શકે છે. અમેરિકામાં કાચો ખોરાક ખાવાનો એક પંથ નીકળ્યો છે. પરંતુ કાચા અને રાંધ્યા વગરના ખોરાકને ખૂબ ચાવવો પડે છે, તેના કોષની દિવાલો ચાવીને તોડવી પડે છે, અને જઠરમાં એક રસ થયા પછી જ પાચનક્રિયાનું કામ શરૂ થાય છે; પણ રાંધેલા ખોરાકમાં આ કામ થોડું ઘણું શરૂ થએલું હોય છે અને કામ સરળ રહે છે. ઘણું ખરૂં આવી રીતે બફાવાથી ખોરાકની દ્રવણશક્તિ વધે છે અને તેના દ્રવણમાંથી લોહીનું રૂપાંતર થતાં ઓછી વાર લાગે છે.

(૨) રાંધવાની ક્રિયાથી એક બીજો ફાયદો એ થાય છે, કે કોઇ પણ રીતે ખોરાકને દશ પંદર મિનિટ સુધી ગરમ રાખવામાં આવે તો તેમાં રહેલા નુકસાનકારક જંતુઓનો નાશ થઇ જાય છે. સ્વાદ તો સુધરે છે, પરંતુ આ જંતુઓનો નાશ થવાથી ખોરાકમાંથી રોગ થવાનો સંભવ ઓછો થાય છે.

(૩) કેાષદ પદાર્થોમાં એવો ગુણ રહેલો છે કે ગરમ પાણીના સાધારણ તાપથી તેમનું દ્રવણ જલદી થાય છે. પરંતુ તેને વધારે તાપ મળવાથી તે ઉલટા વધારે કઠણ થઇ જાય છે અને તેથી પચવામાં વધારે વખત લાગે છે. એ કારણથી કઠોળ અને ઇંડાં રાંધવામાં ઘણી સંભાળ રાખવી પડે છે.

(૪) મેદા અને સ્ટાર્ચવાળા પદાર્થોને બાફવાથી અને બીજી રીતે ગરમ કરવાથી સ્ટાર્ચમાંથી ગુંદર જેવો "ડેક્સ્ટ્રીન"

નાઅતો ચીકણો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે; આ પદાર્થ પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે. ઓગળી જાય છે, અને તેનું દ્રવણ "ડેક્‌સ્ટ્રીન ગમ" તરીકે યુરોપથી આ દેશમાં વેચાવા આવે છે. ઘઉંના લોટ કે ચોખાના લોટને પાણી સાથે સહેજ ગરમ કરવાથી ચીકણી "લઇ" જેવી વસ્તુ ઉત્પન્ન થાય છે; તે પાણીમાં જલદી ઓગળી શકવાથી જલદીથી પાચન થઇ શકે છે. શીખાઉ વહુ કે રસોઇઆના હાથે લાવશી કે કંસાર કે શીરાની "લઇ" થઇ જવાના પ્રસંગો ઘણુાએ કુટુંબોમાં અનુભવાતા હશે! તે વખતે એટલું યાદ રહે કે આ ચીકણો પદાર્થ સહેલાઇથી પચી શકે છે તો તે પ્રસંગના ક્રોધની શાંતિ જલદીથી થાય.

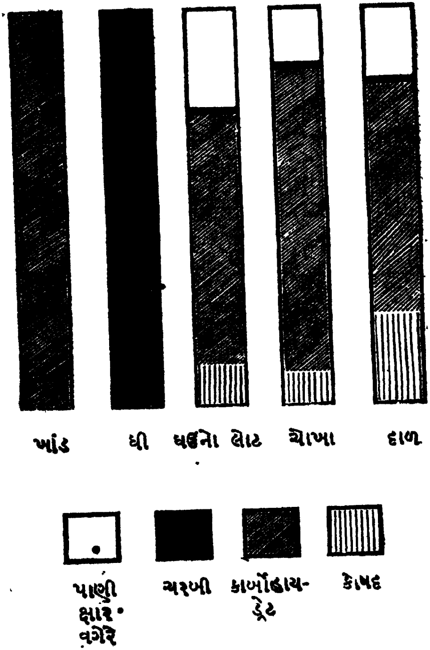
(૪) તેલ અને ઘીવાળા પદાર્થોમાં રાંધવાથી ઘણો ફેરફાર થતો નથી. ખોરાકને પાણીમાં તેલમાં કે ઘીમાં ગરમ કરવાથી બાફવા કે તળવાથી એક દૃષ્ટિએ તો સરખી જ ક્રિયા થાય છે. બંને ક્રિયામાં ખોરાકના કણો ગરમ થવાથી ફુલી જાય છે અને આ ફુલેલા કણો નરમ અને દ્રાવ્ય થાય છે તેની પાચનક્રિયામાં સહેલ પડે છે. પરંતુ તળેલા અને બાફેલા ખોરાકમાં મોટો ફેર એ રહે છે કે બાફેલો ખોરાક વધારે દ્રાવ્ય હોય છે. જલદીથી પાણીમાં ઓગળી શકે છે: પણ તળેલા ખોરાકની કણોની આગળ પાછળ તેલ કે ચરબીનું એક પડ બંધાઈ જવાથી તેની ઉપર જઠરના પાણીવાળા રસો જલદીથી અસર કરી શકતા નથી, અને લોહીમાં રૂપાંતર થવાને માટે જોઇતાં દ્રવણ રૂપમાં આવતાં ઘણીવાર લાગે છે. તેથી મંદ પાચન શક્તિવાળાને આવા ખોરાકથી નુકસાન થાય છે; અને તેથીજ નબળી જઠરવાળાઓને તળેલી વસ્તુઓ ખાવાની ડાક્ટરો મનાઈ કરે છે.

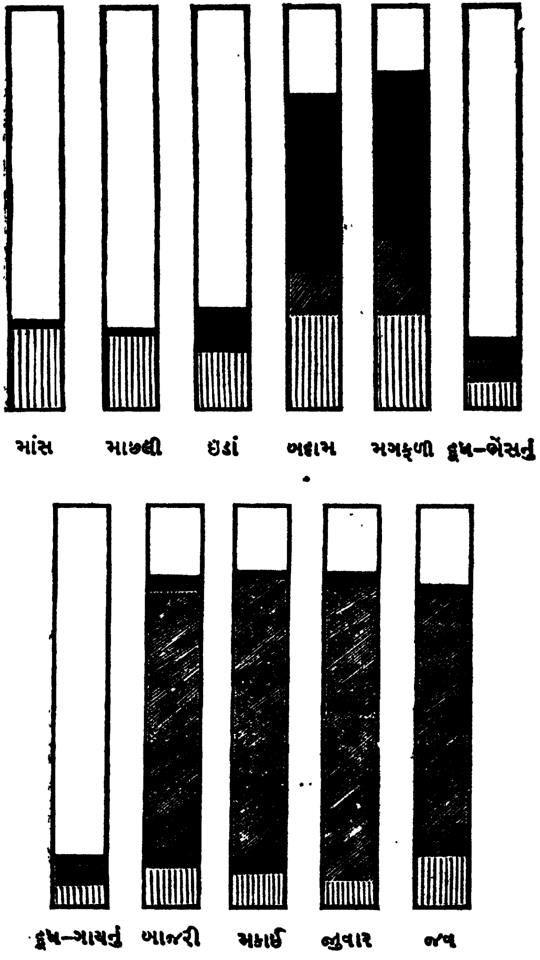
(૫) રાંધવામાં "વિટામીન" નામના ખોરાકના અગત્યના તત્ત્વોનો નાશ ન થાય તે સંભાળવાની જરૂર છે. તાજા દૂધમાં, તાજાં શાકમાં, કઠોળમાં, ઘઉંમાં અને ઇંડાં, માછલી વગેરે પદાર્થોમાં આ તત્ત્વો સારા પ્રમાણમાં મળી આવે છે. આ બધા પદાર્થોને ધીરે તાપે થોડા જ સમય સુધી ગરમ કરવાથી આ તત્ત્વોનો નાશ થતો નથી. આપણા શરીરથી એકદમ ગરમી અને ઠંડીનો અનુભવ ખમી શકાતો નથી; તેવી રીતે આપણા ખોરાકને રાંધવામાં એકદમ જલદ તાપના કરતાં ધીરા તાપે રસોઈ કરવામાં આ "વિટામીન" તત્ત્વો સારી રીતે જાળવી શકાય છે. આ દૃષ્ટિથી તળવા કરતાં બાફવાની અને ખાસ કરીને વરાળથી બાફવાની પદ્ધતિ વધારે ઉત્તમ ગણવી જોઇએ.

આજનું ભાષણ ધારવા કરતાં ઘણું લાંબું થયું છે. તેમાંથી કેટલોએક ભાગ તમને અઘરો અને નીરસ લાગ્યો હશે. પરંતુ તે છપાવ્યા પછી ફુરસદે વાંચી જોશો તો તેમાંથી આપણા રોજના ખોરાક વિષે તમને કંઇક વધારે માહીતી મળશે અને તેથી વધારે જ્ઞાન મેળવવાની ઉત્કંઠા ઉત્પન્ન થશે, અને આમ થશે તો હું મારો શ્રમ સફળ થયો સમજીશ. આ સંબંધી વધારે જ્ઞાન મેળવવા માટે એક મોટું અને એક નાનું એમ બે અંગ્રેજી પુસ્તકો વાંચવાની ભલામણ કરૂં છું.

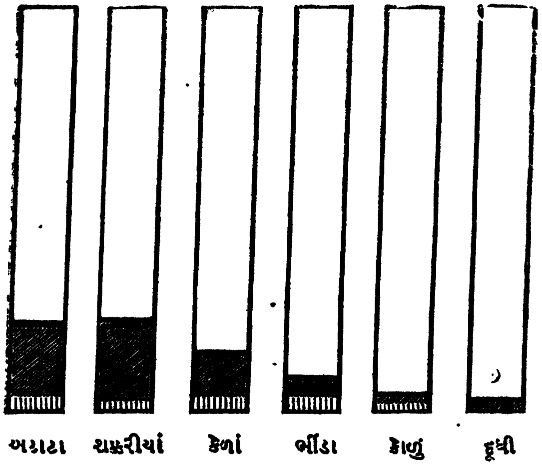
"Food and Dietetics" R. Hutchison M. D. (Arnold) "Dietetics" Alexander Bryce M. D. (People's Book Series.) ઑગસ્ટ ૧૯૨૧

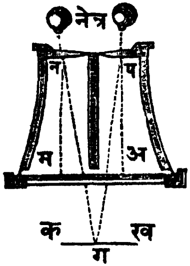
ખોરાકની વસ્તુઓના બંધારણની ચિત્રરૂપે સરખામણી





માંસ
માછલી
ઇંડાં
બદામ
મગફળી
દૂધ-ભેંસનું
દૂધ-ગાયનું
બાજરી
મકાઈ
જુવાર
જવ


બટાટા
શક્કરીયાં
કેળાં
ભીંડા
કોળું
દૂધી



*

માણુસને આંખો બે કેમ?†

ઉપરના પ્રશ્નોનો ઉત્તર જુદા જુદા માણુસો તરફથી જુદી જુદી રીતે મળશે. કળાવાદી કહેશે કે મુખની સુંદરતા અને સમતા જાળવવા માટે–બે પગ, બે હાથ, બે કાન, અને બે નાસિકાવાળા પ્રાણીને–બે આંખો હોયે એ સ્વાભાવિક છે. પુરુષનું પુરુષત્વ અને સ્ત્રીનું લાલિત્ય ઘણીવાર ચક્ષુમાંથી જ ઝરે છે, તેથી તેની ઉપર અને ખાસ કરીને સ્ત્રીનાં નેત્ર અને ભ્રમરની ઉપર કવિઓ અને ચિત્રકારોની ઉર્મિઓ

---

* આકૃતિ પંદરમી. સ્ટીરીઓસ્કોપની રચના જુઓ પૃ. ૧૫૪.

† "ગુજરાત"માં પ્રસિદ્ધ.

ઉભરાઈ જાય છે. તેમને તો બે કરતાં ઓછાં ચક્ષુની કલ્પના માત્ર જ વિષમ અને ત્રાસજનક લાગે; પણ સૃષ્ટિની શરૂઆતથી જ એક આંખ અને એક જ ભ્રમર ઉપર કવિતા લખવાની ટેવ પડી હોત તો કવિઓની ઉર્મિમાં ઉણપ આવત નહિ. વેપારી બુદ્ધિના માણસને ઉપરનો પ્રશ્ન પૂછશો તો તે કહેશે કે એક કરતાં બે ભલી; એક આંખ નકામી થાય તો બીજી કામમાં આવે; પરંતુ એમ હોય તો મનુષ્ય કરતાં બીજાં પ્રાણીઓ શ્રેષ્ઠ કહેવાય, કારણ કે કેટલાએક કીડા, કરોળીઆ, દેડકાં, માખી વગેરેની આંખો ઘણી વધારે હોય છે. કોઇ ધાર્મિક માણસને આ પ્રશ્ન પુછો તો તે કહેશે કે દુનીઆનાં પાપ ધોવાને માટે—રોવાને માટે આંસુ પાડવાને માટે બે આંખોની જરૂર છે. ઇતિહાસવેત્તા કહેશે કે કુંભારાણા અને રણજીતસિંહ જેવા એક ચક્ષુવાળા મહાપુરુષો ઘણા જ થોડા છે; અને ધૃતરાષ્ટ્ર જેવા અંધ રાજા, હોમર અને મિલ્ટન જેવા અંધ કવિઓ, અને મી. ફૉસેટ જેવા અંધ રાજ્યમંત્રી તો જવલ્લે જ મળે છે, માટે મનુષ્યને બે નેત્ર હોય તેજ ઇષ્ટ છે.

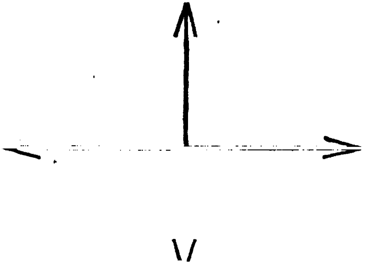
આ ઉત્તરથી પણ આપણને ભાગ્યે સંતોષ મળશે. વસ્તુ ઇષ્ટ હોવાથી તેની ખરી જરૂરીઆત અને તેનો ખરો ઉપયોગ સિદ્ધ થતો નથી. કોઇ વૈજ્ઞાનિકને પુછો તો તે પણ પ્રશ્નનો ઉત્તર આપતાં ખચકાશે. પહેલાં તો કહેશે કે કુદરતનું બંધારણજ એવું છે માટે તે સંબંધી પ્રશ્ન પુછવો નકામો છે. પરંતુ સમજુ વૈજ્ઞાનિક એમ કહેશે કે "કેમ," "શા માટે," અને "શા પ્રયોજનથી" એ પ્રશ્નો સ્વતઃ સફલ નથી; પણ પ્રશ્નનું રૂપ ફેરવીને એમ પુછો કે એક કરતાં બે ચક્ષુથી શું વધારે દેખાય છે ? અને બે કરતાં વધારે ચક્ષુ

હોય તો શો વધારે લાભ થાય ? તો તમને ખરું સત્ય સમજવાનો પ્રસંગ પ્રાપ્ત થશે. આપણે આજનો વિષય આ દૃષ્ટિથી વપાસીશું.

આ સંબંધમાં થોડા પ્રયોગ અને થોડા પ્રત્યક્ષ અનુભવની જરૂર છે. પહેલાં તો એક આંખે કેવું દેખાય છે તે જોઇએ. તમારી એક આંખે પાટો બાંધો; સામે એક ગોળ કડી દોરીવતી લટકાવો; આ કડીમાં એક લાંબી લાકડી દૂરથી ખોસવાનો પ્રયત્ન કરો. બે આંખો કરતાં એક આંખે આ કામ વધારે અઘરું લાગશે, કારણ કે એક આંખે આપણને અંતરનો ખરો ખ્યાલ આવતો નથી, અને કડી અને લાકડી વચ્ચેના અંતરનું વાસ્તવિક માપ એક આંખ લઈ શકતી નથી. તેવીજ રીતે અજાણ્યા ઘરમાં પહેલીજવાર એક આંખે પાટો બાંધીને જતાં ઘરનાં ફરનીચર અને બીજી વસ્તુઓની ગોઠવણીના અંતરનો બરાબર ખ્યાલ આવતો નથી, અને તેથી હસવા જેવી ભૂલો થઈ જાય છે ! આવોજ અનુભવ એક આંખે પાટો બાંધીને અજાણ્યા જંગલ કે દૃશ્ય જોવાથી મળે છે; ઝાડની અને બીજી વસ્તુઓ વચ્ચેનું છેટું બરાબર માપી શકાતું નથી અને એક ચપટી સમપાટી ઉપર બધું દૃશ્ય ગોઠવાયું હોય એ લાગે છે. કેમેરા ઉપર પાડેલી છબીમાં પણ આવું તલદર્શનજ દેખાય છે; નજીક અને દૂરની વસ્તુઓ એકજ સપાટી ઉપર-એકજ તલ ઉપર દેખાય છે. ચિત્રકાર પોતાની પીછી અને આંખની ચાલાકીથી દૂર અને નજીકની વસ્તુઓને નાની મોટી દર્શાવીને આપણને દૃશ્યનો વધારે સાચો અનુભવ કરાવી શકે છે.

મનુષ્યનું જ્ઞાન હમેશ અપૂર્ણ રહે છે અને દરેક જાતના ઈંદ્રિયજન્ય જ્ઞાનમાં કોઇ પણ પ્રકારની ઓછાવત્તી

ભ્રાંતિ રહે છે. આ ભ્રાંતિનું માપન કરવું અને જ્ઞાન શોધવું એ પ્રયોગાત્મક માનસ વિદ્યાનો વિષય છે. આ વિષયમાં આપણે થોડો ચંચુપાત કરીશું.



આકૃતિ પહેલી

આકૃતિ પહેલી જુઓ. એક આંખે ઉભી અને આડી લીટીઓ સરખી લાંબી લાગશે. પણ ધારીને બે આંખે જોશો અથવા બરાબર માપી જોશો તો કઈ મોટી છે તે તરતજ જાણી શકશો. થોડી વખત ટેવ પડ્યા પછી આ ભ્રાંતિ ભૂલી શકશો.



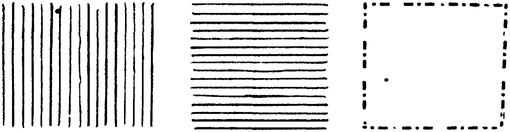
આકૃતિ બીજી.

આકૃતિ બીજી અને ત્રીજી તપાસો क અને ख ની વચ્ચે અને ख અને गની વચ્ચે કેટલું અંતર લાગે છે? મુસાફરીમાં ત્રણ ચાર વખત વચ્ચે વિસામો ખાતાં બેસીએ



આકૃતિ ત્રીજી.

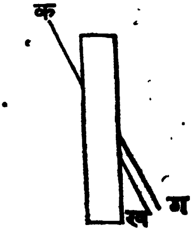
તો છેટું વધારે લાગે, પણ સડસડાટ એકી વખતે ચાલી નાંખીએ તો તેજ અંતર ઓછું લાગે. ત્રીજી આકૃતિમાં એક સીધી લીટી ઉપરજ દૃષ્ટિ રાખવાથી અંતર જરા વધારે લાગે છે અને આવી લીટી ન હોય તો આંખ વધારે જલદીથી ફરી શકે છે, અને તેજ અંતર ઓછું લાગે છે.



આકૃતિ ચોથી

ચોથી આકૃતિમાં ત્રણે એક સરખી ચોરસ જગ્યામાં લીટી દોરેલી છે. ઉભી લીટીવાળું ચોરસ ઉંચું લાગે છે; આડી લીટીવાળું ચોરસ લાંબું લાગે છે. પુરુષોને જાડા દેખાવું હોય તો ઉભી સળીવાળાં કપડાં પહેરવાં: અને ઉંચું દેખાવું હોય તો દૃષ્ટિમાં ત્રુટક પડે તેવાં કપડાં પહેરવાં; કોટ અને પાટલુનનો રંગ બીજો હોય, ગળામાં 'બો' બાંધી હોય તો સહેજ ઉંચાઇ વધવાનો આભાસ થાય છે. સિપાઇઓનાં કપડાં ઉપર કમરપટા અને બીજાં ફુમતાં મૂકવાથી તેમનું





આકૃતિ પાંચમી

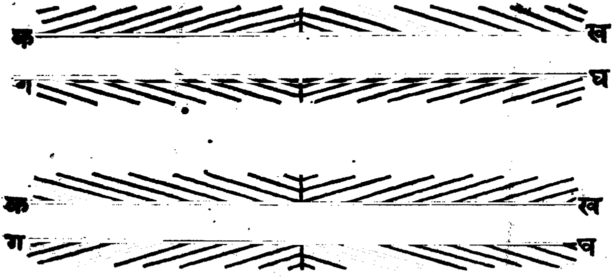
કદ નમતું લાગે છે; કાળા કેાટ ઉપર સફેદ બેસ પહેરવાથી પણ પહેરનારની આકૃતિના કદમાં ફેરફાર લાગે છે.

ખુણા માપવામાં પણ આંખ ઘણી વખત ભુલ કરે છે. પાંચમી આકૃતિમાં क અને ग એક લીટીમાં હોય એમ લાગે છે, પણ તેને માટે સરત મારશેા ?

છઠ્ઠી આકૃતિમાં ચારે આડી લીટીએા સમાંતરે છે. તે છતાં નજીકના ને કાટખુણા લીધે ઉપરની બે લીટીએા દૂર જતી લાગે છે અને નીચેથી બે લીટીએા વચ્ચેથી નજીક આવતી લાગે છે. રસ્તામાં ચાલતાં કેાઈ વખતે તમે આંખનાં ખુણામાં ઉંચી ઈમારતેા તરફ જોશેા તેા એવેાજ કંઇ અનુભવ થશે. એક આંખના ખુણામાંથી જોશેા તેા મકાનના ઉપરના માળની ટેાચ તમારી તરફ ધસી આવતી લાગશે અને બીજી આંખના ખુણામાંથી જોશેા તેા તે જ ટેાચ ઉલટી બાજુ ઉપર પાછી પડતી લાગશે.



એક આંખે અંતર માપવામાં કેટલી મુશ્કેલી પડે તેનેા ખ્યાલ આકૃતિ સાતમી ઉપરથી આવશે.

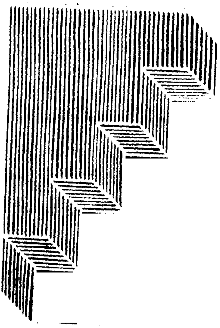


આકૃતિ સાતમી

એકજ લીટીને છેડે જુદી જુદી જાતનાં પુછડાં લગાડવાથી તે નાની મોટી થવાનો આભાસ લાગશે. તેનું કારણ એજ કે આપણી આંખો એકલા અંતરનું નહિ પણ તેની આગળ પાછળના ઘન આકારનું માપ કરવાને ટેવાઇ ગઇ હોય છે.

આવી ભ્રાંતિ બે આંખે જોવાથી ન થઇ શકે એ તદ્દન ખરૂં નથી; બે આંખ વપરાય તો પણ બરાબર ધ્યાનથી ન જોવામાં આવે તો ભ્રાંતિ થાય છે; ઉપલક

આકૃતિ આઠમી



નજરે જોતાં આકૃતિ આઠમીમાંનાં ટપકાં બે લીટીઓની વચ્ચે હોય એમ લાગે છે; પરંતુ વસ્તુતઃ તે ટપકાં નીચેની લીટીની હારમાં મૂકેલાં છે. તેવીજ રીતે નવમી આકૃતિમાં બે જુદા જુદા દૃશ્ય દેખાશે, કેટલીએક વાર નાનાં દાદરના પગથીઆનું ભાન થશે અને કેટલીએક વાર ઉલટી મૂકેલી કોર્નીસનું ભાન થશે.

આકૃતિ નવમી

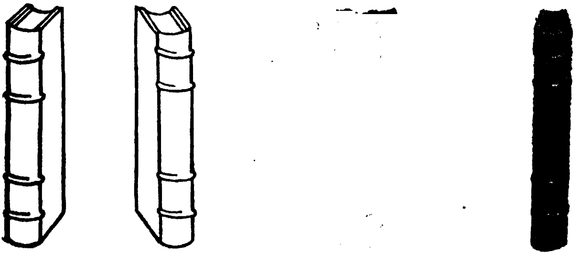
આપણી આંખો હંમેશ આવી ભ્રાંતિથી છેતરાશે નહિ. થોડા સમયમાં ચાર પાંચ વાર બે આંખે બરાબર જોવાની ટેવ પાડ્યા પછી વસ્તુસ્થિતિ અને ભ્રાંતિનો તફાવત દર્શાઈ આવે છે. કેટલું જલદી આ થઇ શકે છે, તે વિષે પ્રયોગ કરવાથી એમ જણાયું છે કે ઉંચી મગજ શક્તિવાળા મનુ-

ઓ આવી ભ્રાંતિમાંથી જલદીથી છુટી શકે છે; બાળકોને વધારે વખત લાગે છે.

હવે પાછા મૂલ વિષય ઉપર આવીએ. બે આંખે વધારે સારૂં દેખી શકાય છે કે કેમ અને તે કેવી રીતે? મનુષ્યને આંખો તો બે હોય છે પણ તે બેમાંથી પ્રતિમા તો એક જ ઉત્પન્ન થાય છે. આંખનું બંધારણ જ એવું છે કે બંને આંખોમાં દાખલ થતાં કિરણોની પ્રતિમાનું જ્ઞાન ભેગું થઇને એક જ મજ્જાતંતુ મારફત મગજને પહોંચે છે. પણ જ્યારે આંખોના જ્ઞાનતંતુઓ ઉપર મગજનો પુરેપુરો કાબુ હોતો નથી, ત્યારે દરેક આંખ સ્વતંત્ર રીતે કામ કરે છે અને મગજ ઉપર દરેક આંખના સંસ્કારો જુદા જ પડે છે. દારૂના ઘેનમાં ચકચુર થએલાની આંખો એક દીવાના બે દીવા દેખે છે; અંધવાડમાંથી ઉઠેલાની આંખોએ ઘણી વખત એક ચંદ્રના બે ચંદ્ર દેખાય છે. બાંડુ જોનાર માણસની આંખ ઉપર પણ મગજના તંતુઓનો કાબુ ઓછો હોય છે. પરંતુ સાધારણ રીતે તો બંને આંખો એક હોય તેવી રીતે જ કામ કરે છે અને એકજ દૃશ્ય આપે છે. તો પછી બે આંખોથી શો ફાયદો? ઉલટું એકને બદલે બે આંખની સંભાળ લેવી પડે—એક ઘોડાની ગાડી ચલાવવા કરતાં બે ઘોડાની ગાડીમાં હાંકનારને મહેનત વધારે પડે—તો બે કરતાં એક હોય તો શું ખોટું?

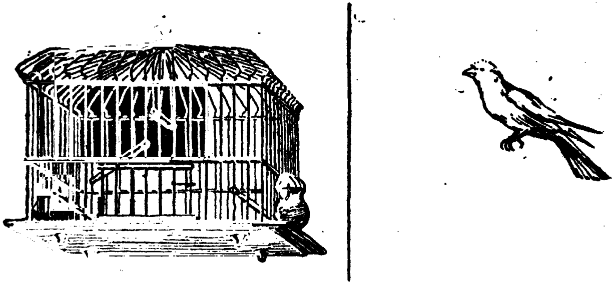
બે આંખથી બમણું દેખાતું નથી પણ જે દેખાય છે તે વધારે સારૂં અને વધારે ચોકસ દેખાય છે. ઉપર આપેલા દાખલાઓ ઉપરથી તમને લાગ્યું હશે કે બે આંખોને પહેલો લાભ તો એ છે કે દૃશ્ય વસ્તુઓનું અંતર સારી રીતે માપી શકાય છે. જોનારની આંખો અને દૃશ્ય વસ્તુઓની

સાથે થતા ખુણાની માપણી ઉપરથી તેમના અંતરનો અંદાજ નીકળી શકે છે; આપણી બે આંખની વચ્ચે આસરે બે તસુનું છેટું છે તેથી પણ આ કામમાં મદદ મળે છે; આ કામ એટલી ઝડપથી થાય છે કે અંતરની ગણત્રી આપણા મગજમાં કેવી રીતે થાય છે તેનું ભાન પણ આપણને થતું નથી. આ ઉપરાંત બે આંખોથી બીજો લાભ એ છે કે ઘનચિત્ર દર્શનનો અનુભવ મળી શકે છે. તેની ખાત્રી કરવા માટે એક પુસ્તક કેવી રીતે દેખાય છે તે જુઓ. પુસ્તકને તમારી પાસે ઉભું



આકૃતિ દશમી–અગીઆરમી બારમી તેરમી

રાખીને એકલી જમણી આંખે તેના તરફ જોશો તો આકૃતિ ૧૦ ના જેવો ચપટો આકાર–પુસ્તકની એક બાજુનું તલદર્શન– દેખાશે; એકલી ડાબી આંખે જોશો તો આકૃતિ ૧૧ ના જેવો બીજો ચપટો આકાર દેખાશે. બંને આંખ ખુલ્લી રાખીને જોશો તો પહેલાં આકૃતિ ૧૨ ના જેવો ઘન આકાર દેખાશે, પરંતુ બે આંખની ચિત્રસંયોજક શક્તિને લીધે તમે આકૃતિ ૧૩ ના જેવા આકારનું પુસ્તક જોશો. બે નેત્રથી સાથે જોવાથી આ પ્રમાણે ઘનચિત્ર દેખાય છે; એક આંખે જોવાથી તલચિત્ર (સપાટ)



આકૃતિ ચૌદમી

દેખાય છે અને તેથી વસ્તુના વાસ્તવિક કદ અને રૂપ વિષે સંપૂર્ણ જ્ઞાન મળતું નથી. આ ચિત્રસંયોજક શક્તિનો બીજો અનુભવ તમને આકૃતિ ૧૪ મી માંથી મળશે. પાંજરૂં અને પક્ષી એ બે જુદાં ચિત્રો છે: તે મધ્યમાં મૂકેલી લીટી ઉપર એક વીઝીટીંગ કાર્ડ જેટલું પતું મૂકીને એ પતું તમારા નાકને લગાડીને જુઓ. પહેલાં પાંજરૂં અને પક્ષી દૂર લાગશે, પણ ધીરેથી જોશો તો પક્ષી પાંજરામાં એકદમ ચાલી ગએલું માલમ પડશે.

આ ઘટનાનો લાભ લઇને ઘનચિત્રદર્શક (સ્ટીરીઓ-સ્કોપ)ની શોધ કરવામાં આવી છે. તેમાં બે સપાટ ચિત્ર ફોટો–ઉપરથી એક–ઘનચિત્ર ઉદ્ભવે છે; તેમાં વસ્તુઓ ભીત ઉપર ચીતરેલાં ચિત્રો જેવી દેખાતી નથી. પણ શિલ્પીએ કોતરેલા પુતળા જેવા આબેહુબ અસલ રૂપમાં દેખાય છે. આ કેવી રીતે થાય છે એ જોવું હોય તો આકૃતિ પંદરમી જુઓ.* મ અને જ એ સાદા ચિત્રોનું સ્થાન છે; તેની

* આ આકૃતિ લેખને મથાળે આપી છે.

ઉપરથી પ્રકાશનાં કિરણો ગ અને ધ નામના કાચમાંથી વક્રીભૂત થઇને ગ સ્થળે કેંદ્રીભૂત થાય છે અને ત્યાંથી જ એક ઘનચિત્ર દેખાતું હોય એમ લાગે છે. એક આંખથી આવું ઘનચિત્ર દર્શન અશકય છે.

આટલું વાંચ્યા પછી તમને લાગ્યું હશે કે બે આંખ દુનીઆનાં પાપ ધોવાને રોવાને માટે અથવા ફક્ત શોભાને માટે મળી હોય તેમ નથી. પરંતુ એક આંખના કરતાં વધારે સારૂં દેખાય–તલદર્શનને બદલે ઘનદર્શનનો લાભ થાય, અને દૃશ્ય સૃષ્ટિના રૂપ, કદ, અંતર વગેરેનું વાસ્તવિક જ્ઞાન થાય તેને માટે બે આંખની ખાસ જરૂર છે.

હવે બીજાં કેટલાંએક પ્રાણીઓ કરતાં ઓછાં નેત્ર હોવા છતાં મનુષ્ય વધારે સારૂં કેવી રીતે દેખી શકે છે તે જોઈએ. હલકી પાયરીના કેટલાએક પ્રાણીઓની આંખો બહારથી તો બે જ દેખાય છે પણ તેમાં હજારો વિભાગ હોય છે અને તે દરેકમાં જુદા જ્ઞાનતંતુઓ અને જુદા લેન્સ થાય છે એમ કહી શકાય. કેટલીએક જાતની કીડીઓને આવી ૧૦૦૦ આંખો ગણવામાં આવી છે; સાધારણ માખીની આંખમાં ૪૦૦૦, કેટલીએક જાતના પતંગીઆમાં ૧૨૦૦૦, અને કેટલીએક જાતના beetle બીટલ ને ૨૫૦૦૦ આંખો હોય છે. આટલી બધી આંખોને લીધે તેઓ દરેક વસ્તુને હજારો જેટલી જુએ છે, અને આ આંખો સહેજ ઊંચાણના ભાગમાં ગોઠવાએલી હોવાને લીધે બધી દિશાએથી આવતું ભય જોઈ શકે છે, પણ તે ગતિમાન અને પ્રકાશમાન હોય તોજ. આપણો હાથ ફરતો હોય તો તેનાથી થતા પ્રકાશના ફેરફારને લીધે માખીઓ ઉડી જાય છે તે વાત ખરી, પરંતુ આવી આંખોથી મનુષ્યના કરતાં વધારે દેખાતું

નથી. તેમજ વધારે ચોકસાઈથી વસ્તુજ્ઞાન થતું નથી. ભયનું સ્થાન સ્થિર અને અચળ હોય તો તે જોવામાં આવી આંખો ઉપયોગી થતી નથી. પોતાને ભક્ષ કરનાર જંતુઓની સમીપ જઈને અડકે કે સૂંઘે ત્યાં સુધી કીડીને તે ભયની ખબર પડતી નથી; અને હિંસક તિતિઘોડા beetle ની ૨૫૦૦૦ આંખો હોવા છતાં અને પોતાના ભક્ષ્યની સમીપ હોવા છતાં પણ તેને સંપૂર્ણ રીતે જોઇ શકતો નથી અને કેટલી વખતે મોઢું ઉઘાડવા છતાં પણ ભક્ષ્યને પકડવાને અશક્ત નીવડે છે. કારણ કે પ્રકાશનાં કિરણો આટલી બધી આંખોમાં થઇને મગજમાં જઈ શકે તે છતાં મગજ ઘણું નાનું હોવાથી તે કિરણોની પુરેપુરી પ્રતિમા તેના મગજને મળતી નથી. પક્ષીઓની અને બીજાં ઘણાં પ્રાણીઓની આંખો બે જુદી બાજુ ઉપર હોય છે, તેથી તે દરેક આંખે જુદું જુએ છે અને તેમના જ્ઞાનતંતુ દરેક આંખને માટે જુદાં હોય છે. તેથી તેમનામાં એ બે નેત્ર-દૃષ્ટિનું સંયોજન કરવાની શક્તિ લગભગ નહિ જેવીજ હોય છે. તેથી ઘણુંખરું પક્ષી એક સીધી લીટીમાં જ ઉડે છે; ચકલી કીલ-કીલાટ કરતી હોય તો તે વખત તેને ઉડાડવા જતાં તમને કોઈ વખતે લાગ્યું હશે કે તે દરેક જગ્યાએથી તમને અને તમારી લાકડીને જોઇ શકતી નથી. મનુષ્યની આંખો શરીરના ઉંચામાં ઉંચા ભાગ ઉપર જ આવેલી છે; બંને નેત્ર એક જ બાજુ ઉપર હોવાથી તેને વિશાળ દૃષ્ટિક્ષેત્ર મળે છે અને ઘનદર્શનનો પણ લાભ મળે છે: તે ઉપરાંત મનુષ્યના મગ-જનો મોટો ભાગ પ્રકાશનાં કિરણની સંજ્ઞાઓ સમજવાને લાયક થએલો હોય છે; તેની ડોકની ગોઠવણને લીધે તે લગભગ ચારે દિશાએ સરખું જોઇ શકે છે. પરંતુ પાછળ માથામાં બીજી બે આંખો હોય તો પાછું જોવાની તકલીફ

ન પડે અને ચારે બાજુએ જોઈ શકાય એટલો લાભ થાય કે નહિ ? આ પ્રશ્નનો ઉત્તર આપતાં આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે બે ઘોડાની ગાડી કરતાં ચાર ઘોડાની ગાડી ચલાવવી વધારે મુશ્કેલ થઈ પડે છે, અને તેમાં વધારે જલદી જઈ શકાતું નથી તેથી ચાર ઘોડા ફક્ત શોભાનાજ રહે છે. તે પ્રમાણે પાછળ બે આંખો વધારે હોય તો બમણું દેખાય નહિ, કારણ કે સાધારણ રીતે મનુષ્યનું મગજ અને બધી જ્ઞાનેદ્રિય એક જ પળે એક કરતાં વધારે વસ્તુનું જ્ઞાન મેળવી શકે નહિ. આગલા નેત્રનાં દૃષ્ટિક્ષેત્ર અને પાછળનાં બે નેત્રોનું દૃષ્ટિક્ષેત્ર વદ્દન જુદાં હોવાથી તે બેમાંથી એક જ પળે બધું જોઇ શકાય નહિ. નવમી આકૃતિમાં થાય છે તેવું ભ્રાંતિદર્શન આવા ચાર નેત્રવાળા મનુષ્યને હરેક પળે થાય, તો તેમાં લાભ કરતાં હાનિ વધારે. આગળ અને પાછળની આંખો જુદી જુદી દિશાઓમાં સ્થિર હોય તો તેમાંથી બે આંખોમાં હાલ જે ચિત્રસંયોજન થાય છે તે થઈ શકે જ નહિ. માટે મનુષ્યને પોતાના બે નેત્રથી જ સંતુષ્ટ રહેવું ઘટે છે. સૃષ્ટિના જીવન સંગ્રામમાં બધાં પ્રાણીઓ ઉપર પોતાની શ્રેષ્ઠતા ટકાવી રાખવા માટે તેની નેત્રયોજના સુયોગ્ય છે; કેવળ નેત્રની સંખ્યાની ઉણપ મનુષ્યના મગજની સંવૃદ્ધિથી અને બીજી અનેક રીતે એ શ્રેષ્ઠતા મળેલી છે.

ધૂળ*

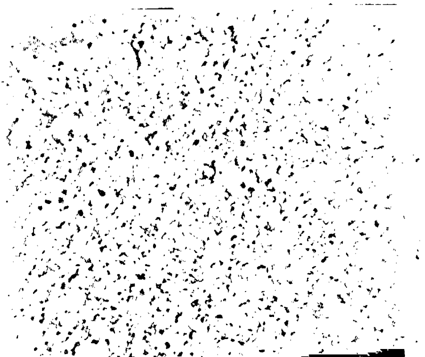
જેણે નહિ જગતમાં પુરુષાર્થ સાધ્યો,
ઉચ્ચોચ્ચ જે પદ નહિ કદીએજ પામ્યો,
તે જન્મ વ્યર્થ ધરતો ! ધૂળ તેથી સારી,
વંટોળીએ ચઢી ઉડે ધડી વ્યોમમાંહી.

સ્નેહમુદ્રા.

પુરુષાર્થ વગરના મનુષ્ય કરતાં ધૂળને ઉંચું સ્થાન .પવામાં કવિએ ધૂળને થતો ખોટો અન્યાય દૂર કર્યો છે. ધારણ મનુષ્ય તો એમ જ ધારે છે કે ધૂળ જેવી નકામી ને નુકસાનકારક વસ્તુ બીજી કોઇ નથી. કવિએ ધૂળનો ગુભર ઊંચે ચઢવાનો ગુણ પારખ્યો એમાં એમની મહત્તા, રંતુ કવિને ધૂળના સદુપયોગ અને પરાક્રમની પીછાન હોત, નને ખબર હોત કે વ્યોમમાં ઊંચે ચઢ્યા પછી ધૂળ ષ્ટિસૌંદર્ય નીપજાવવામાં અને રોજના જીવનમાં અગત્યનું મ કરે છે તો આ પ્રસંગે એમણે ધૂળની વધારે પ્રશંસા રૂર કરી હોત.

* પ્રથમ પ્રસિદ્ધ ગુજરાત. ૧૯૨૪

સાધારણ મનુષ્ય ગણે છે તેમ ધૂળ એ સૃષ્ટિમાં કેવળ નકામી-ધૂળ જેવી વસ્તુ નથી. ધૂળ રોગનું સ્થાન છે. ક્ષય વગેરે દુષ્ટ રોગોના જંતુઓ ધૂળ સાથે મળી જઇને પોતાની મૃત્યુ સાથેની મૈત્રી ચાલુ રાખી શકે છે. આંખ, મોં કે નાકમાં ધૂળના ગોટા જવાથી જે ત્રાસ અને હાનિ થાય છે તેનો અનુભવ ગુજરાતના સપાટ પ્રદેશનાં ગામડાંઓ અને શહેરોમાં રોજ થાય છે. તે છતાં ધૂળનું એક એવું સ્થાન છે કે જ્યાં પહોંચ્યા પછી તે પોતાના સદ્ગુણો પ્રકાશી શકે છે; પણ તે કવિ કહે છે તેમ "વ્યોમમાં ઉંચે" ચઢ્યા પછી જ. પૃથ્વી



સાધારણ હવામાં રજકણો.

ઉપરની હવામાં (ધૂળના) રજકણોનું અમુક પ્રમાણ ન હોત તો વાદળાં બંધાવાં મુશ્કેલ પડત, અને વાદળાં વગર વર-સાદ અને પાણીની ગતિ જુદા પ્રકારની થાત, અને મનુષ્યનું

જીવનજ અશક્ય થઈ પડત. આકાશનો ખરો રંગ બીહામણો કાળો છે. પરંતુ આ રજકણોને લીધે તેમજ હવાના અણુઓના કેટલાએક ગુણોને લીધે આકાશનો રંગ આપણને સૌમ્ય નીલ-ઠંડો આસમાની લાગે છે. પ્રભાત અને સંધ્યાના સમયે દેખાતા આકાશના સુંદર રંગોના કારણમાં પણ ધૂળનો ભાગ નાનો નથી. આ પ્રમાણે મેઘ, વર્ષા, મેઘધનુષ્ય, ઉષા, સંધ્યા વગેરે સૃષ્ટિની સુંદર ઘટનાઓ સાથે ધૂળનો સંબંધ નિકટ છે—તે ઉપરાંત જીવનને આવશ્યક જળ અને પ્રકાશ પૃથ્વી ઉપર એક સરખી રીતે પ્રચારવાનું એ સાધન છે.

ધૂળ અને આકાશનો રંગ—આકાશનો રંગ આસમાની હોય એમાં પ્રાચીન સમયમાં કોઇને નવાઈ લાગતી નહિ. ઝાડનો રંગ લીલો, તેમ આકાશનો રંગ નીલો. આસમાનનો રંગ આસમાની, વાદળનો રંગ વાદળી, એ સ્વતઃ સિદ્ધ ગણાતું. પરંતુ ઝાડનાં પાંદડાંનો લીલો રંગ જેટલો વાસ્તવિક છે તેટલો આકાશનો આસમાની રંગ નથી. નીચાણ પરનાં વાદળાંની ઉપર અને નીચેથી પડતાં સૂર્યનાં કિરણોને લીધે સમીપના આકાશના રંગનો ફેરફાર થાય છે પણ વાદળાંની પાછળના આકાશનો રંગ આસમાની-blue દેખાવાનું કારણ જુદુંજ છે. આકાશ એટલે કે જે અવકાશમાં સૂર્ય, ચંદ્ર, તારા, આકાશગંગા વગેરે ખગોળ મંડળો સ્થિત છે તેનો ખરો રંગ તો કાળો-બીહામણો-શાહી જેવો છે.

આ કાળા રંગમાંથી વાદળી રંગ કેવી રીતે થાય તે સમજવા માટે પ્રો. ટીંડલે કેટલાએક પ્રયોગ કર્યા હતા. એક કાચની લાંબી અને સહેજ પહોળી નળીમાંથી વીજળીક દીપકનાં કિરણો પસાર કરવામાં આવ્યાં. તેમાંથી હવા કાઢી

અને બદલી શકાય એવી ગોઠવણ રાખવામાં આવી., તે નળીમાંથી જોતાં નીચે પ્રમાણેનાં નિરીક્ષણો સિદ્ધ થયાં:—

૧ સાધારણ હવા દાખલ કરવાથી આવી નળી પૂર્ણ રીતે પ્રકાશમય દેખાય છે.

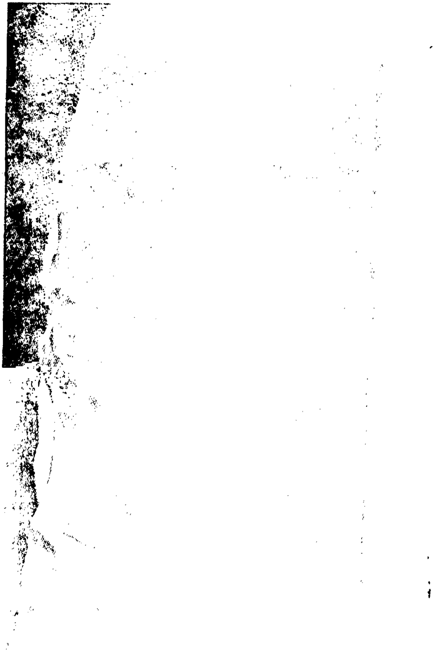
૨ સાધારણ હવાને બદલે, ખૂબ તપવીને અંદરના બધા રજકણોને બાળીને અને રૂમાંથી ગાળીને સ્વચ્છ હવા દાખલ કરવામાં આવે તો પ્રકાશ નળીની અંદર બધું કાળું અંધારૂં દેખાય છે અને આકાશના ખરા કાળા રંગનું અનુકરણ જોઈ શકાય છે.

૩ હવે ધીમે ધીમે થોડા રજકણોવાળી હવા દાખલ કરવામાં આવે તો આસમાની–બ્લુ રંગ દેખાય છે.

૪ પરંતુ રજકણોની સંખ્યા એકદમ વધી જાય તો આસમાની રંગને બદલે સફેદ પ્રકાશ દેખાય છે.

ઉપરની ઘટનાની સમજુતી સહેલી છે. સાધારણ હવામાં રજકણો એટલા બધા અને એટલા મોટા હોય છે કે તેમની ઉપરથી બધો પ્રકાશ પાછો આવી શકે છે—સફેદ પ્રકાશનું પૂર્ણ પરાવર્તન થાય છે. હવાને ખૂબ તપાવવાથી રજકણો બળી જાય છેઃ–આ રજકણો ઘણુંખરૂં કોલસા, ધુમાડા અને તેવી હલકી અને બળી શકે તેવી વસ્તુઓના બનેલા હોય છે; કે જેથી તે અદ્ધર ઘણા સમય સુધી રહી શકે છે. રજકણો વિનાની શુદ્ધ હવા પારદર્શક હોય છે અને તેમાં પ્રકાશને પરાવર્તન કરવાની શક્તિ હોતી નથી, તેથી નળીની અંદરનો ભાગ પ્રકાશિત થતો નથી; અને કાળો દેખાય છે. પરંતુ થોડા રજકરણોવાળી હવા દાખલ કરવામાં આવે તો આસમાની રંગ સ્પષ્ટ દેખાય છે–કારણ કે આ રજકણોથી

પ્રકાશ વીખેરાઈ જાય છે; લાલ, પીળો, અને વાદળી એ ત્રણ મૂળ રંગના કિરણોમાંથી વાદળી રંગનાં કિરણો ટુંકા તરંગના હોય છે, વધારે સહેલાઇથી વાંકાં વળી શકે છે,



ધૂળના પડ પૃથ્વી ઉપર.

અને વક્રીભવન પામે છે. તેથી વાદળી રંગનાં કિરણો વક્રીભુત થઇને ચારે તરફ ફેલાઈ જાય છે, અને પીળાં અને

લાલ રંગના કિરણો સીધાં ચાલી જાય છેઃ—આ પ્રમાણે નળીની અંદરનો ભાગ વાદળી લાગે છે, અને તેવી જ રીતે આકાશ આપણને વાદળી રંગનું લાગે છે.

આકાશનો આસમાની રંગ એ ખરો રંગ નથી તે બલુન અને વિમાનોની મુસાફરીથી સિદ્ધ થયું છે. જેમ ઉંચા પ્રદેશોમાં અને ધૂળવાળા પ્રદેશમાં જઈએ તેમ આકાશનો રંગ વધારે ઘેરો થતો જાય છે, અને બહુ ઉંચે જવાથી આકાશ કાળું બીહામણું દિવસે પણ લાગે છે; ત્યાં હવા પણ ઓછી હોવાથી શ્વાસ લેવાનું પણ અઘરૂં પડે છે. તેથી ઉલટું હવામાં રજકણોનો ભાગ વધારે હોય તો આકાશનો વાદળી રંગ ઝાંખો પડે છે. ઈંગ્લાંડ જેવા ધુમાડા અને ધુમસવાળા દેશમાં આકાશનો રંગ ભુખરો (gray) ઘણીવાર વર્ણવવામાં આવે છે. મધ્યાકાશનો રંગ જેટલો ઘેરો હોય છે તેના કરતાં ક્ષિતિજ પાસેના નીચાણના પ્રદેશમાં આકાશનો રંગ ઝાંખો રહે છે; તેનું કારણ ધૂળના રજકણોની વધારે મોટી સંખ્યા છે. આજ કારણથી વાદળાં વગરના, અને ધુમસ અને ઝાકળ વગરના દિવસે પણ ફક્ત સવારે કે સાંજે જ નરી આંખે સૂર્યની સામે જોઈ શકાય છે, આ રજકણોની ગણત્રી પણ કરવામાં આવી છે અને ઘન સેંટીમીટર જેટલી નાની જગ્યામાં રહેલાં રજકણોની સંખ્યા નાની નથીઃ—

લંડનમાં		....	૧,૫૦,૦૦૦
આટલાંટિક મહાસાગરની ઉપર		...	૨,૦૦૦
સમુદ્રથી	૬૭૦૦	ફીટ ઉંચે......	૯૫૦
,,	૧૦૬૬૫	,, ,, ...	૪૦૬
,,	૧૩૬૦૦	,, ,, ...	૧૫૭

ઉપરના આંકડાઓ ઉપરથી દેખાશે કે ક્ષિતિજ ઉપર રજકણોની સંખ્યા ઉંચેના આકાશ કરતાં ૧૦૦૦ ગણી વધારે હોઇ શકે.

ઉંચે આકાશમાં રજકણોની સંખ્યા બહુ ઓછી હોવાથી કેટલાએક ભૌતિક શાસ્ત્રીઓ એવા નિર્ણય ઉપર આવ્યા છે ધૂળ એકલી જ આકાશના વાદળી રંગનું કારણ હોઈ શકે નહિ. હવાના અણુઓમાં જ એવો ગુણ છે કે જેથી પ્રકાશનું પરિવર્તન થઈને વાદળી રંગ ઉત્પન્ન થઇ શકે. તે છતાં એટલું તો કબુલ કરવું પડશે કે ધૂળ પૃથ્વી ઉપર ઘણે ઠેકાણે ઘણી ઉંચાઇ સુધી મળી આવે છે અને તેટલા અંશે આકાશના રંગમાં ધૂળનું સ્થાન અગત્યનું છેઃ ઉપર દર્શાવેલા પ્રો. ટીંડલના પ્રયોગ અને હવે પછી વર્ણવવામાં આવનારા ધૂળના બીજાં પરાક્રમો વાંચવાથી તમારી ખાત્રી થશે કે ધૂળ એ કંઇ છેક જ નજીવી-ધૂળ જેવી વસ્તુ નથી.

ધૂળ અને ઉષા અને સંધ્યાના રંગો—આકાશનો સાધારણ આસ્માની રંગ એ સૃષ્ટિ સૌંદર્યમાં અમૂલ્ય છે; પરંતુ તેના કરતાં વધારે સુંદર રંગોનું પ્રદર્શન પ્રાતઃકાળ અને સંધ્યા સમયે થાય છે, તેમાં ધૂળનાં રજકણો કેટલે એક અંશે આવશ્યક હોય છે.

પ્રાચીન સમયથી જ ઉષાના રંગનું સૌંદર્ય કવિઓનું ધ્યાન ખેંચી રહ્યું છે. ઋગ્વેદમાં ફક્ત બે દેવીઓનાં નામ આવે છે. સરસ્વતી અને ઉષસ્; એ બેમાંથી ઉષસ્નાં સૂક્તો ભવ્ય કવિતાથી પૂર્ણ છે. પ્રાચીન ગ્રીક અને રોમન પ્રજાઓમાં પણ ઉષસના જેવી દેવીઓ પુજાતી. ગ્રીસમાં "ઇઓસ અને રોમમાં "ઑરારા" નાં નામ પ્રસિદ્ધ હતાં. ઑરારાને Rosyfingered "ગુલાબી આંગળીઓવાળી"

કલ્પવામાં આવી હતી, તેમાં પ્રભાતમાં વાદળાંમાંથી દેખાતા સૂર્યનાં ગુલાબી કિરણોનું સૂચન છે.

ઋગ્વેદની ઉષસ્‌ની કલ્પના વધારે વાસ્તવિક અને વિવિધ છે. "ઉજ્જ્વળ પ્રભાત પોતાનાં રાતાં શરીરોથી આભના કાળા રંગને સંતાડે છે" એમ કહેવાં ઋષિએ આકાશનો મૂળ કાળો રંગ સૂચવ્યો છેઃ—

गूहन्तीः अभ्यं असितं रूशद्भिः
शुक्रास्तनूभिः शुचयो रुचानः [उषसः]।

ઋગ્વેદ. ૪–૫૧–૯.

ઉષાની સાથે યોજાએલા લાલ ઘોડા अरुणेभिर अश्वैर (ઋ. ૧–૧૧–૧૪) અને લાલ ગાયો. (अरुणीर्गा ૧–૯૨–૨) ની કલ્પના પણ સુંદર છે. પ્રભાતના રાતા રંગને વિષે બાલ સૂર્ય સૂર્ય–સિંહના વર્ણનમાં પણ રા. નરસિંહરાવે આ રાતા રંગની કલ્પનાનો સુંદર અને નવી રીતે ઉપયોગ કર્યો છેઃ–

સામેથી દૂરથકી નીરખી સૂર્યસિંહ,
તેજસ્વી યાળ, ભરીફાળ, કરાળ દેહ;
આવંત અગ્નિ ભરિયાં ધરી નેન તાતાં,
અંગો બધાં ઝળકતાં રૂધિરેથી રાતાં.

(કુસુમમાળા)

ઉષઃકાળના વિસ્મયકારક રંગનું એક અગત્યનું કારણ ક્ષુલ્લક ગણાતી ધૂળ છે, ક્ષિતિજ ઉપર ધૂળને લીધે હવા જાડી હોય છે. અને તે જાડી હવાના થરમાં થઈને જતાં સૂર્યનાં શ્વેત કિરણોનું વિભાજન થાય છે. ટુંકાં તરંગોવાળાં વાદળી રંગનાં કિરણો આકાશ તરફ જાય છે અને લાંબા તરંગોવાળાં લાલ અને પીળાં રંગનાં કિરણો આપણી તરફ આવે છે.

, સંધ્યા સમયના આકાશના અદ્ભુત રંગો પણ આવી જ રીતે ઉત્પન્ન થાય છે, ક્ષિતિજની સમીપના પ્રદેશમાં હવાના થર જાડા ને પાતળા હોવાને લીધે અને વાદળીઓના જુદા જુદા આકારને લીધે, સૂર્યનાં કિરણોનું પરિવર્તન અને વક્રીભવન એવી અજબ રીતે થાય છે કે એવાં રંગદર્શન ચીતરવાં લગભગ અશક્ય થઇ પડે છે. વળી હવાના બારીક પ્રવાહોને લીધે રજકણો અને વાદળાનું સ્થાન અગમ્ય રીતે બદલાતું જાય છે, તેની સાથે જ સૂર્યની ગતિને લીધે સૂર્યનાં કિરણોનો દૃષ્ટિકોણ પણ બદલાતો જાય છે, અને તેમાંથી ઉત્પન્ન થતા રંગોની વિવિધતા રા. નરસિંહરાવે સુંદર શબ્દોમાં વર્ણવી છેઃ—

પેલી જો ! પશ્ચિમ આકાશ પ્રગટી જ્વાળા રે,
ફેલાઈ છે સહુ પાસ દ્યુતિની માળા રે !
અભ્ર અભ્ર સળગિયાં સર્વ દીસે રંગ રાતા રે,
ઠામઠામ દાડીમ કુસુમ સરીખાં સુહાતાં રે.
આવી સંધ્યાદેવી આમ રંગે રમતી રે,
ધારી સાળુ કુસુંબલ અંગ, મુજ મન ગમતી રે.
જોતાં જોતાં જો હેણે વસન ધર્યું આ બીજું રે,
રંગ નારંગી લીધું દુકૂલ, નિરખી હું રીઝું રે.
નથી કીધું સૌંદર્યપાન એ લીલાનું રે,
તે ક્ષણમાં ધર્યું વસ્ત્ર અન્ય વર્ણ પીળાનું રેઃ—
પળપળ 'બદલે સાળુડા મનગમિયા નિજ દેહ,
નૂતન ધનિકની સુંદરી કે કો નટનારી તું છેય.

(કુસુમમાળા પૃ. ૭૮)

સંધ્યા અને ઉષાના અજબ રંગોમાં ધૂળનું કાર્ય શું છે ઇ. સ. ૧૮૮૩ માં અચાનક રીતે પણ સ્પષ્ટ રીતે સિદ્ધ થયું હતું. તે વર્ષમાં જાવા પાસે ક્રાકાટોવા નામના જ્વાળામુખી

પર્વતમાંથી મોટા ધડાકા સાથે લાવા અને ધૂળના ગોટા નીકળ્યા હતા. આ ધડાકાઓનો અવાજ સીલોન અને ઑસ્ટ્રેલીઆ સુધી સંભળાયો હતો અને તે વખતે બહાર નીકળેલા પદાર્થોમાંથી પાસેના દરીઆમાં હજારો માઈલ સુધી બે ત્રણ ફીટ જાડા થર બંધાઈ ગયા હતા; તે ઉપરાંત બારીક રજકણોનો ભાગ હવામાં અદ્ધર રહ્યો હતો. ઉપરનો બનાવ બન્યા પછી થોડાજ સમયમાં અજબ પ્રકારના સંધ્યાના રંગનું દર્શન થવા માંડ્યું; તે સમયે આ રાતો રંગ આકાશના પશ્ચિમ ભાગ ઉપર જ નહિ, પરંતુ છેક મધ્ય અને પૂર્વભાગ સુધી દેખાતો. આ અદ્ભુત રંગ સમશીતોષ્ણ કટિબંધના સઘળા પ્રદેશોમાં લગભગ ત્રણ વર્ષ સુધી રોજ દેખાયોઃ ધીમે ધીમે રજકણો નીચે બેસતાં ગયાં, તેમ આ રંગ પણ ઝાંખો થતો ગયો. એમ ગણત્રી કરવામાં આવી હતી કે આ રજકણોએ, પૃથ્વીમાં પાછાં સમાઈ જવાં પહેલાં હવાના પ્રવાહોની સાથે, પૃથ્વીની ઓછામાં ઓછી ત્રણવાર પરિક્રમા કરી હશે!

ધૂળ અને વરસાદઃ-પરંતુ ધૂળ એ ફક્ત સૃષ્ટિ સૌંદર્યનું એક નિમિત્ત માત્ર હોત તો સૌંદર્યના ઉપાસકો સિવાય બીજાઓને તેની કિંમત ભાગ્યે જ સુજત અને ધુળના બીજા દુર્ગુણોને લીધે વખતે આ સૌંદર્યનો લાભ છોડી દેવાને પણ તત્પર મનુષ્યો, મળી આવત. પણ ધૂળની બીજી એક ખુબી એવી છે કે તેના વિના વાંદળાં, વરસાદ અને પૃથ્વી ઉપરના પાણીના પ્રવાહોની ગતિ જુદા જ પ્રકારની થઈ જાત; ધૂળના રજકણો સિવાય વાદળાં બંધાય નહિ અને તેથી વાદળાં વગર સમુદ્રમાંથી સુકાઈ જતું પાણી પાછું સમુદ્રમાં જ પડે અને પૃથ્વીના જમીનના પ્રદેશો ઉપર વરસાદની હાલની જે વહેંચણી છે તે બીલકુલ બદલાઈ જાય

, આ સબંધી પહેલા પ્રયેાગેા એટકીન નામના ભૌતિક શાસ્ત્રીએ કર્યા હતા. કાચનાં બે મેાટાં વાસણ લઈને એકમાં સાધારણ હવા ભરી; અને બીજામાં સાધારણ હવામાંથી બધાં રજકણેા કાઢીને શુદ્ધ, રજકણેા વગરની હવા ભરી. બંનેમાં ગરમ વરાળની જ્યેાત દાખલ કરી, તેા જે વાસણમાં સાધારણ હવા હતી તે વાસણમાં વાદળાં જેવેા ધુમસ જલદીથી દેખાયેા; પરંતુ જે વાસણમાં બીલકુલ રજકણેા નહતાં તે વાસણમાં ધુમસ કે વાદળ બંધાયાં જ નહિ. બીજા પ્રયેાગેામાં સાધારણ નૈસર્ગિક સ્થિતિમાં પાણીની વરાળ થાય છે તેનું કંઈક અનુકરણ કરવામાં આવ્યું હતું. બે વાસણમાં થેાડું પાણી રાખીને પાણીની વરાળ કરવામાં આવી; ત્યાર પછી વાસણને એકદમ ઠંડુ કરતાં વરાળનાં વાદળાં બંધાયાં જ નહિ; પરંતુ બીજા વાસણમાં સાધારણ હવા હતી તેમાં વાદળાં જલદીથી બંધાયાં. આ ઉપરથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે ધૂળના બારીક રજકણેા વિના વાદળાં બંધાય નહિ.

પૃથ્વી ઉપરનું જળ અનેક રીતે ગતિમાન્ રહે છે તેમ ખાસ કરીને સૂર્યના તાપને લીધે થતું જલનું બાષ્પ ભવન, અને આ બાષ્પમાંથી થતાં વાદળાં, અને વાદળાંની ગતિ અને વાદળાંમાંથી થતેા વરસાદ, ધુમસ અને ઝાકળ વગેરે રૂપાંતરેા અને તેમની ગતિ વિસ્મયકારક છે. સૂર્યના તાપને લીધે પાણીની વરાળ સતત્ થયા કરે છે અને વરાળ હવા કરતાં હલકી હેાવાથી ઉપર ચઢે છે અને અદૃશ્ય રહે છે. હવામાં રજકણેા હેાય તેા તેમની ઉપર આ વરાળનાં વાદળાં બંધાય છે. પણ રજકણેા ન હેાય તેા? વરાળનાં વાદળાં ન થાય તેા શું થાય? હવામાં અદ્ધર થેાડેા વખત આ વરાળ રહે પરંતુ જ્યારે જ્યારે હવા ઠંડી થાય ત્યારે વરાળનેા ભાગ

ધુમસ, ઝાકળ કે વર્ષાના રૂપમાં નીચે આવે. ઝાડ પાંદડાં રાત્રે જલદી ઠંડા થાય છે અને તેથી સવારમાં ઝાકળ તેમની ઉપર એકઠી થાય છે; તેવીજ રીતે ધૂળના અભાવે જે વાદળામાં વરાળનો વધારે પડતો ભાગ ઝાકળના રૂપમાં નીચે આવે, અને રોજ સવારમાં આવી રીતે એકઠી થતી ઝાકળ વરસાદ અને પાણીના વહેળાનું રૂપ પકડે. ખાસ કરીને જંગલના ઝાડી પ્રદેશોમાં તો ઝાકળના વરસાદના ધોધ બારે માસ ચાલુ રહે. તેવીજ રીતે ઉંચા પર્વતો અને શિખરો રાત્રે ઠંડા થઈ જાય છે. ત્યાં વરસાદ અને ધોધ ચાલુ થાય. હાલમાં રણ અને રેતાળ પ્રદેશો સિવાય પૃથ્વી ઉપર લગભગ બધે ઠેકાણે વરસાદ એક સરખી રીતે પડે છે તેને બદલે જો વાદળાં બને જ નહિ તો આ વરસાદ ફક્ત ઉંચા પર્વતોમાં પડીને પૃથ્વીનું આખું હવામાન બદલાઈ જાય. પર્વતો ઉપર આ પ્રમાણે રોજ વરસાદ પડે તો હવામાંની બધી ભિનાશ એ બાજુ ઉપરના હવાના પ્રવાહના જોરને લીધે તે તરફજ ખેંચાય અને બધો વરસાદ ત્યાંજ પડ્યા કરે. તેથી સપાટ અને નીચા પ્રદેશો ઉપર વરસાદ વગર હંમેશ દુકાળ પડે અને વખતે મનુષ્ય અને બીજા પ્રાણીઓને રહેવાનું અશક્ય થઈ પડે, અને પૃથ્વી ઉજ્જડ થઇ જાય અથવા તો જળચર પ્રાણીઓથી વસેલી રહે.

ધૂળને લીધે દેશનું હવામાન બદલાઈ જાય છે અને એક દાખલો ઇંગ્લાંડના હવામાન ઇતિહાસમાંથી મળે છે. એ દેશમાં હાલમાં જેટલો તડકો અને શુદ્ધ હવા છે તેના કરતાં આજથી પાંચસો વર્ષ પહેલાં વધારે તડકો અને નિર્મળ આકાશ રહેતાં હતાં. દ્રાક્ષના વેલા ઉછેરવાને માટે આવશ્યક હવામાન, સૂર્યપ્રકાશ અને પારદર્શક હવા

બીજા રીચર્ડ રાજાના સમયમાં (ઇ. સ. ૧૩૮૦) મોજુદ હતાં, અને વીંડસર મહેલના બગીચાની દ્રાક્ષનો દારૂ રાજાને માટે બનાવવામાં આવતો હતો. પરંતુ હવે ઇંગ્લાંડની હવામાં ધૂળનો રજકણોનો ભાગ એટલો બધો વધી ગયો છે અને સૂર્યનો પ્રકાશ પહેલાં કરતાં એટલો ઓછો થયો છે કે હવે દ્રાક્ષના વેલા બહુ સંભાળ સિવાય ઉછેરી શકાતા જ નથી. તેથી ધુમસ (Fog) એ તે દેશના કઠિન પ્રશ્નોમાં અગ્ર લેખાય છે. આ સ્થિતિનું કારણ વધતાં જતાં કારખાનાંઓ કોલસાનો ધુમાડો અને તેથી હવામાં રજકણોની સંખ્યાનો વધારો છે એમ વૈજ્ઞાનિકો દર્શાવે છે. આ એક જ અનુભવથી આપણી ખાત્રી થાય છે કે પૃથ્વીનાં હવામાનમાં અને સૃષ્ટિ સૌન્દર્યમાં, નજીવી જેવી ગણાતી ધૂળ અસાધારણ સ્થાન ભોગવે છે.

શબ્દકોષ.

(દરેક શબ્દને અંતે આપેલી સંખ્યા ઉપરથી તે શબ્દ કયા પૃષ્ઠ ઉપર વપરાયો છે તે જણાશે.)

અવકાશ—Space. તારાઓ વચ્ચેની જગ્યા. ૭૫.

અવશેષ—Fossil. મૃત પ્રાણી અને વનસ્પતિની નિશાનીઓ. ૭૮, ૮૧.

અસ્થિશાસ્ત્ર—Osteology. ૧૦૩.

અર્વાચીન જીવનયુગ—Cainozoic. પૃથ્વીના ઇતિહાસનો એક સમય. ૯૩

આકાશ—Sky. આભ. ૬૯.

આકાશગંગા—Milky way. મધ્યાકાશમાં પટા જેવો તારાઓ અને નિહારીકાનો સમૂહ. ૮૦.

એમીલોપ્સીન—Amylopsin. ખોરાકને પાચન કરનારો એક પ્રકારનો રસ. ૧૨૩.

ઓક્સીજન—Oxygen. પ્રાણવાયુ, ઉત્તેજક હવા; હવામાં રહેલું ઉત્તેજક તત્વ. ૭૫.

અંત્ર—Intestine. આંતરડું. ૧૧૪, ૧૧૫.

અધમૂષા—Retort. અમુક રાસાયનિક કાર્યને યોગ્ય વાસણ ૪૯—k.

ઇમલ્શન—Emulsion. ઘી અને પાણી, અથવા તેલ અને પાણીનું એકરસ મિશ્રણ. ૧૨૪.

ઇંદ્રિય વિજ્ઞાન–Physiology. શરીર વ્યાપાર શાસ્ત્ર. શરીરમાં ઇંદ્રિયોના વ્યાપાર અને ધર્મોનું વિવેચન કરનાર વિદ્યા. ૧૨૬.
ઇંદ્રિય વિજ્ઞાનશાસ્ત્રી–Physiologist. ૧૩૫.
ઉલ્કા–ખરતો તારો. (મીટીઓર) Meteor. ૮૫.
ઉસ–ખારાશવાળી માટી જેમાંથી સોડા બની શકે છે તે ૯૭.
ઉત્તેજક હવા–પ્રાણવાયુ ઓક્સીજન. ૬.
ઉત્તેજન–Stimulus. ૩૭.
ઉદ્વેગ–Irritation. ૪૩.
ઉત્પતન–Sublimation. નક્કર વસ્તુને ગરમ કરીને વાયુરૂપમાં લાવીને ઠંડુ કરવાથી શુદ્ધ ઘનરૂપમાં લાવવાની ક્રિયા. ૪૯–I.
ઉપકરણ–Apparatus. ૪૯–k.
ઉપગ્રહ–Satellite. ૭૯.
ઉષ્મા ગરમી–Heat. ૧૨૦.
ઉષ્મામાન–ગરમી માપવાનું માપ–Thermometer. ૮૨, ૧૨૮.
ઉષ્મા શક્તિ–Heat-energy. ૧૨૮.
કઠિનતા–Hardness. વસ્તુઓની કઠિનતા વૈજ્ઞાનિક રીતે માપી શકાય છે. પોલાદથી કાચ કપાય છે પણ હીરા કપાઇ શકાતા નથી; તેથી હીરા કાચ કરતાં વધારે કઠિન ગણાય છે. ૩૩.
કણ સ્ફટિક–Crystal. ૨૧.
કણી–નાનાં સ્ફટિક. ૧૯.
કલ્પના–Theory. કામચલાઉ સિદ્ધાન્ત. ૩૨.
કાર્બન–Carbon. કોલસા, ગ્રેફાઇટ, અને હીરામાં રહેલું શુદ્ધ રાસાયનિક તત્ત્વ. ૩૦, ૩૨.
કાર્બોનીક વાયુ–Carbonic Acid Gas; Carbon dioxide કોલસા બળવાથી થતો વાયુ. પ્રાણીઓના શ્વાસમાં પણ

શરીરમાંથી બહાર નીકળતા વાયુમાં આનું મુખ્ય પ્રમાણ હોય છે. ખડી ઉપર લીંબુનો રસ નાંખવાથી આ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, તેથી તે ખડીવાયુ કહેવાય. ૩૧, ૬.

કિમીઆગીરી–Alchemy. હલકી ધાતુમાંથી સોનું બનાવવાનો કિમીઓ. ૪૮–I, ૪૯–J

કેશિકા–Capillary. વાળ જેવી ઝીણી નસો. ૧૧૦, ૧૧૨, ૧૧૫.

કેન્દ્રિત–Focussed. એક કેન્દ્ર–મધ્ય બિન્દુ ઉપર એકાગ્ર કરેલા પ્રકાશના કિરણો. ૩૦.

કેલોરી–Calorie. ઉષ્મા શક્તિ માપવાનો એકમ. ૧૨૮.

કોરન્ડમ–Corundum. પોલાદ કાપી શકે તેવી સખત બનાવટી વસ્તુ. ૧૬.

કોષ–Cell. શરીરમાં રહેલાં નાનામાં નાના ખાનાં જેવી રચના. ઈંટોનું જેમ મકાન બંધાય તેમ આ કોષોમાંથી શરીરનાં અંગોનું બંધારણ થાય છે. ૩૯, ૧૧૯.

કોષદ–Proteid. કોષના બંધારણમાં સૌથી અગત્યનું રાસાયનિક દ્રવ્ય. ૧૨૦.

ક્લોરલ–Chloral. ઉંઘવાની દવા. ૪૩.

ખગોળવેત્તા–Astronomer. ૭૮.

ખડીવાયુ–કાર્બોનીક વાયુ, જુઓ ૬.

ખોપરી–Skull. માથાનું હાડકું. ૯૧.

ગર્ભવિદ્યા–Embryology. ગર્ભ વિષેનું જ્ઞાન શોધનારી વિદ્યા. ૧૦૬.

ગ્રાહક–Auricle. હૃદયનો લોહી લેનારો ભાગ.

ગ્રહ–Planet. ૭૭.

ગ્રેફાઇટ–Graphite. પેન્સીલ બનાવવામાં વપરાતો કાળો ખનીજ પદાર્થ; કાર્બનનું એક રૂપ; પ્લંબેગો. ૧૭.

ગ્રંથી–Gland. શરીરમાં રહેલી અનેક નાની નરમ રસ ઝરતી ગાંઠો. ૧૨૪.

ઘનચિત્રદર્શન–લંબાઈ, પહોળાઈ અને ઉંડાઇ એ ત્રણે પરિમાણોનું ભાન કરાવે તેવો દેખાવ–Stereovision. ૧૫૩.

ઘનતા–Specific gravity. તુલનાત્મક વજન. પાણીનું વજન એકમ ગણીને તેના કરતાં બીજી વસ્તુઓ કેટલી ભારે હલકી છે એમ ગણાય છે. ૩૩

ઘનરૂપ–Solid form. નક્કર આકાર. ૮૨.

ઘનીભવન–Solidification. ૮૪.

ચાસણી–ખાંડનું તૃપ્ત દ્રવણ, જેમાંથી ખાંડના સ્ફટિક બંધાય છે. Saturated solution. ૨૧.

ચીનાઇ માટી–Porcelain. જેમાંથી ચલાણું, પ્યાલા રકાબી બને છે તે માટીની બનાવટ. ૩૫.

ચક્રજંતુઓ–Wheel animalcules. જંતુઓનો એક પ્રકાર. ૪૯.

છિદ્રો–Pores. ૭૪.

જ્વાળામુખી–Volcano. ૩૨.

જ્વાલારંગ–Colour of the flame. જ્વાળામાં ધાતુઓ નાંખવાથી થતો રંગ. ૪૯–k.

જીવનરસ–Sap. ઝાડમાં ફરતો જીવનને આવશ્યક રસ. ૭૪.

જીવનારંભ યુગ–Protozoic Period. પૃથ્વીના ઇતિહાસમાં એક યુગ. ૯૩.

જીવંતપ્રાણી યુગ–Pleistocene. ૯૩.

ટાયલીન–Ptyalin. ૧૨૩.

ડાયનેમાઇટ–સુરંગ ફોડવામાં વપરાતો દારૂ Dyamite. ૨૦.

ઢીલા થયેલા–Relaxed. ૪૧.

તલદર્શન–Flat view. એકજ સપાટી–તલ-ઉપરનો દેખાવ. ૧૪૭.

તાલક. અભ્રક–Mica. ૪૯–I.
તંતુ–Tissues. શરીરની રચનાનો અગત્યનો ભાગ. ૧૨૨.
— જ્ઞાનતંતુ–Nervous tissues. ૪૩.
— જ્ઞાનતંતુ સમુદાય–Nervous system. ૪૩.
દબાણ–Pressure. ૧૯.
દ્રવણ–Solution. ઓગળેલી વસ્તુવાળું પ્રવાહી. ૧૭, ૨૧.
—તૃપ્તદ્રવણ–Saturated Solution. જુઓ ચાસણી ૨૧.
દ્રવ્ય–Matter. જડવસ્તુ. ૨૭.
—ઓગળાનાર દ્રવ્ય–Flux. ૧૯, ૩૩.
દ્રાવ્ય–Soluble. ઓગળી શકે તેવી વસ્તુ. ૧૪૩.
ધર્મશાસ્ત્ર–Theology. ૭૮.
ધ્રુવીભૂત પ્રકાશ–Polarised light. એકજ તલમાં ગતિમાન થાય તેવા કિરણોનો પ્રકાશ. ૩૫.
નિષ્ક–વજનનું માપ. ૪૯–1
નિહારિકા–Nebula. આકાશના તારાના રજકણની બારીક વાદળી. ૮૦.
નિર્જીવ યુગ–Azoic Period. ૯૩.
પગવાળાં પ્રાણી–Reptiles. ૯૩.
પદાર્થશાસ્ત્ર–Physicist. ૮૨.
પડદા (શિરામાંના)–Valves. ૧૦૪, ૧૦૮, ૧૦૯.
પેન્ક્રીઆસ–Pancreas. પાચક રસ ઉત્પન્ન કરનારી ગ્રંથી. ૧૨૪.
પુલિનમય જમીન–Alluvial soil. પથ્થર વગરની નરમ જમીન. ૩૨.
પ્રવાહ–Current. ૩૮.
પ્રયોગસિદ્ધ શાસ્ત્રો–Experimental sciences. ૪૯–A.
પ્રયોગશાળા–Laboratory. ૪૯–L.

પૃથક્કરણ–Analysis. ૪૯–I.
પ્રાણવાયુ–ઓક્સીજન. ૬.
ફટકડી–Alum.
બાષ્પ, વરાળ–Vapour. ૭૫.
બોઇલર–Boiler. પાણીની વરાળ કરવાનું યંત્ર. વરાળભાંડ. ૭૫.
બાઇસીકલ–Bicycle. ૮૩.
બ્રેક–પૈડાની ગતિ અટકાવનાર યુક્તિ. ૮૩.
બૃહત્ ધમની–Aorta. હૃદયમાં નીકળતી મોટી ધમની. ૧૧૦.
ભઠ્ઠી–Furnace. ૨૦.
ભક્ષણ–Consumption. વપરાશ ૪૪
ભસ્મીકરણ–Oxidation. પ્રાણવાયુની સાથેનું સંયોજન. ૪૪, ૧૨૭.
" Calcination. ધાતુની ભસ્મ બનાવવાની ક્રિયા. ૪૯ I.
ભૂવિદ્યા–Geology. પૃથ્વી વિષે જ્ઞાન મેળવનારી વિદ્યા. ૭૭.
ભૂસ્તરશાસ્ત્ર–Statigraphy. પૃથ્વીના પડોનું જ્ઞાન મેળવનારી વિદ્યા. તેને માટે સ્તરવિદ્યા શબ્દ પણ વાપર્યો છે. ૮૬.
ભૂંગળુ–cylinder. નળી. ૨૦.
મંદહવા–Nitrogen–નાઇટ્રોજન હવામાં રહેલો મુખ્ય વાયુ. ૬.
મગજ–Brain. ૯૧.
માક્ષિક–Copper pyrites. તાંબાવાળો ખનિજ પદાર્થ. ૪૯–k.
માધ્યમિક જીવનયુગ–Mesozoic. ૯૩.
માંસદ–Fleshforming. કોષદ માંસ વધારી શકે તેવો ખોરાક. ૧૨૫.
મોરથુથુ–Copper Sulphate. ફટકડીના જેવાજ સ્ફટીક આકારનો પણ લીલા રંગનો પદાર્થ. ૨૮.
મ્વાસાં–Moissan. એક પ્રસિદ્ધ રસાયન શાસ્ત્રી. ૧૬.
યીસ્ટ–Yeast. ખમીરના જંતુ. ૪૯.

યુરીક એસીડ–Uric Acid. પિશાબ વાટે બહાર નીકળતું એક જાતનું દ્રવ્યઃ તે શરીરમાં રહેવાથી ઘણા રોગો થાય છે. ૧૩૫.

રૂપ–Form. ૨૩.

રેડીઅમ–Radium. અદ્‌ભુત પ્રકાશ, તેજ, અને બીજા ગુણોવાળું એક રાસાયનિક તત્ત્વ. ૮૫.

રક્તાણુ–Red Corpuscles. લોહીમાં રહેલાં લાલ અણુઓ. ૧૧૩.

લેન્સ–Lens. અમુક આકારના કાચ.

વિકાસ (હૃદયનો)– Diastole. ૧૦૯.

વિશ્વમંડળ–Universe. ૭૭.

વ્યોમ, અવકાશ–Space. ૮૪.

હાયડ્રોજન–Hydrogen. આર્દ્રવાયુ. પાણીમાંથી બનતો એક વાયુ. ૨૯.

હાયડ્રોકાર્બન–Hydrocarbon. ઘાસતેલ. વેસલીન, પેટ્રોલ વગેરે દ્રવ્ય સમૂહનું નામ. ૩૨.

હિમરેખા–Snowline. ૮૮.

હિમયુગ–Ice age. ૯૪.

હીપ્નોટીઝમ–Hypnotizm પ્રાણવિનિયમ અદૃષ્ટ રીતે થતી માનસિક અસરની ઘટના. ૪૮.

શ્વેતાણુ–White Corpuscles. લોહીમાં રહેલાં સફેદ અણુઓ. ૧૧૩.

સ્તરવિદ્યા–Statigraphy. ૮૬.

સ્ટાર્ચ–મેંદાનું શુદ્ધસ્વરૂપ. ૨૮, ૧૨૦.

સ્ફટિક–સ્ફાટિક–Crystal. ૧૪, ૨૮.

સાધનો, ઉપકરણો–Apparatus. ૧૯.

સંશોધન–Research. ૨૦.

સ્ક્રૂ–Screw. પેચવાળો ખીલો. ૨૨.
સિદ્ધાન્ત–Hypothesis. સુસિદ્ધ કલ્પના. ૩૩.
સૂર્યમંડળ–Solar system. ૭૭.
સંકોચ–Contraction, Systole. ૧૦૯.
સ્નાયુ–Muscle. ૪૧.
શરીરવ્યાપાર શાસ્ત્ર–Physiology. ઈંદ્રિય વિજ્ઞાન. ૧૨૬.
શક્તિ–Energy. ૧૨૮.
—કાર્યશક્તિ–Work energy. ૧૨૯.
—ઉષ્માશક્તિ–Heat energy. ૧૨૮.
ક્ષાર, સોડા જેવા પદાર્થો–alkali. ૫૭.
—મૃદુક્ષાર–સોડાનું નરમ ૩૫. કાર્બોનેટ ઓફ્ સોડા. ૫૭.
—તીક્ષ્ણક્ષાર, જલદક્ષાર–Caustic alkali. સોડીઅમ અને પોટાશીઅમના હાયડ્રોક્સાઇડ. ૫૭.
ક્ષારપાક–ક્ષાર બનાવવાની પદ્ધતિ. ૫૭
ક્ષેપક–હૃદયનો રક્ત બહાર કાઢનારો ભાગ. Auricle. ૧૦૯, ૧૧૦.
જ્ઞાનતંતુ–Nerves.

કક્કાવારી શબ્દસંગ્રહ.

શુદ્ધિપત્રક

પૃષ્ઠ		લીટી	અશુદ્ધ	શુદ્ધ
૧૩		૧૦	ઘણી ઘણીએ	ઘણીએ
૧૪		૨૫	વાવટો	વાટવો
૧૮		૨	વસ્તુના	વસ્તુની
૨૮		૧૪	સ્ફાટિક	સ્ફાટિકનું સ્વરૂપ
૨૯		૨૫	બનાવવાની	બતાવવાની
૩૧		૨૩	અને પહેલી	પહેલી
૩૫		૮	પ્રત્યાવર્તન	વક્રીભવન
૪૭		૧૭	સર્વ઼	સર્વ
૪૯	C.	૧૫	रसप्रकाशकर	रसप्रकाशसुधाकर
૪૯	P.	૫	વરાહમિરિ	વરાહમિહિર
૪૯	I.	૧૬	vagetable	vegetable
૪૯	J.		स्वदर्शन	सर्वदर्शन
૫૨		૧૧	કીમીગાગીરી	કિમીઆગીરી
૫૮		૩	विलिन्डपन्हे	मिलिन्हपन्हो
૫૮		૧૬	બનરાજા	બક્કરાજા
૭૯		૯	ગરૂત્ત્વાકર્ષણ	ગુરૂત્ત્વાકર્ષણ
૯૩		૧૭	protrozoic	protozoic
૯૭	ફૂટ નોટની જરૂર નથી.			
૯૯		૨૧	મુંબાઇ	"મુંબાઇ
૧૦૧		૨	ઇતિસાહ	ઇતિહાસ
૧૦૨		૫	શકાય–	શકાય.
૧૦૫		૨૨	વિરોધક્ષોભ	વિરોધ
૧૦૬		છેલ્લી લીટી	વારે	વાર
૧૦૯		૧૮	શુદ્ધ	અશુદ્ધ
૧૦૯		૨૪	vohies	valves

પૃષ્ઠ	લીટી	અશુદ્ધ	શુદ્ધ
૧૧૦ ૧૧૧ ૧૧૨	૨૩ ૧,૫,૧૫,૨૭, ૩,૪,૮,૧૨, ૧૪.૨૦,૨૩	કોશિકા	કેશિકા.
૧૧૩	૧		
૧૧૩	૧૧	પ્લાઝ્માં	પ્લાસ્મા
૧૧૩	૧૪	ચળકતાં	ચકતાં
૧૧૪ ૧૧૫	૨૬ ૨૪	અંગ	અંત્ર
૧૧૫	૨૪	સ્થિતિમાં જેને લીધે	રકત વગરની સ્થિતિને લીધે
૧૨૦	૧	માટીનો ભાગ.	કોષદ પદાર્થોનો ભાગ.
૧૨૪	૮	ઓળગી	ઓગળી
૧૨૫	૧૬	મેદવાળા	મેદાવાળા
૧૨૫	૨૪	હોય છે તો	હોયતો
૧૩૦	૧૯,૨૦	ખોરાક ખાવો	ખોરાક કેટલો ખાવો
૧૩૦	૨૧	તટલું	તેટલું
૧૩૩	૧૫	કોષદ પદાર્થોનો ઘણો ખરો	કોષદ પદાર્થો સંપૂર્ણ રીતે પાચન થઇ શકતા નથી. ચિકકટ અને મેદાવાળા પદાર્થોનો ઘણો ખરો
૧૩૪	૫	તત્ત્વનો	તત્વ--નો
૧૩૫	૨૫	ઉત્પન્ન કરે	ઉત્પન્ન ન કરે
૧૪૦	૭	કોષ્ઠક	કોષ્ઠકના

શુદ્ધિપત્રક અંત સૂધી વાંચી જનારને હું ધન્યવાદ આપું છું. એ ત્રુટિઓ રહી જવા માટે હું ક્ષમા યાચું છુંઃ છાપખાના અને મારી વચ્ચે હજારો માઇલનો અંતર રહેવાથી તે દૂર થઇ શકી નથી. એ ત્રુટિઓ કેવી રીતે થવા પામી એ માનસશાસ્ત્રનો વિષય છે અને તે દરેકની ઉત્પત્તિ વિષે એક નિબંધ લખી શકાય.

"ગુજરાતી" પ્રિન્ટીંગ પ્રેસ
પ્રીન્ટર્સ એન્ડ બુક-બાઈન્ડર્સ
સાસુન બિલ્ડીંગ, બજારગેટ સ્ટ્રીટ,
એલ્ફીન્સ્ટન સર્કલ, ફોર્ટ.
મુંબઈ નં. ૧.